Zeitschrift: Mémoires de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel

Herausgeber: Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel

Band: 5 (1914)

Artikel: Mesures hyposométriques en Colombie

Autor: Le Grand Roy, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-100145

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 16.10.2025

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

Mesures hypsométriques en Colombie

RÉDUITES PAR

E. LE GRAND ROY

Professeur à l'Université de Neuchâtel.

M. Fuhrmann a bien voulu me confier le soin de calculer les altitudes mesurées par lui au cours de son voyage en Colombie. Avant de résumer les résultats obtenus, je dois donner quelques indications relatives au mode d'observation et à la technique du calcul.

Les observations ont été faites à l'aide de quatre instruments :

- 1º Un baromètre anéroïde de Fuess, accompagné d'une tabelle donnant, de millimètre en millimètre de pression, la hauteur *brute* à o°, avec l'indication de la correction correspondante pour chaque degré de température.
 - 2º Un baromètre anéroïde, système Goldschmidt, avec des tables donnant :
- a) de 10^{mm} en 10^{mm}, la hauteur du baromètre à mercure correspondant à la lecture de l'instrument;
 - b) de 2° en 2°, la correction instrumentale de température ;
 - c) les hauteurs brutes à o° correspondant aux pressions de 10^{mm} en 10^{mm};
- d) le facteur thermique, proportionnel à la température moyenne entre celles des deux stations supérieure et inférieure, par lequel il faut multiplier la différence de hauteur brute pour avoir le résultat cherché, en tenant compte de la dilatation de l'air.
- 3° Un thermomètre hypsométrique de Fuess, contrôlé par la « Physikalische Reichsanstalt » de Berlin, et gradué en millimètres de manière à donner, par une simple lecture, la pression atmosphérique. Cet instrument était destiné spécialement à contrôler les résultats fournis par les deux précédents.
 - 4º Un thermomètre-fronde de Fuess, destiné à donner la température de l'air.
 - Le baromètre Goldschmidt s'est admirablement comporté pendant tout le voyage, et

à aucun moment l'écart de son indication avec celle du thermomètre hypsométrique n'a atteint 1^{mm}. La marche du baromètre Fuess a été beaucoup moins satisfaisante: l'écart s'est élevé jusqu'à 6^{mm}. Dans ces conditions, il m'a paru indiqué de faire abstraction du baromètre Fuess, partout où l'anéroïde Goldschmidt avait été observé en même temps. Quand ce n'était pas le cas, les indications du baromètre Fuess ont été corrigées conformément aux indications du thermomètre hypsométrique.

La formule barométrique usuelle suppose deux mesures simultanées de la pression atmosphérique et de la température de l'air dans les deux stations dont on veut obtenir la différence d'altitude. Dans le cas particulier, s'agissant de déterminer les hauteurs audessus du niveau de la mer, il aurait fallu, pour l'application rigoureuse de la méthode, installer au bord de la mer un barographe et un thermographe, dont les indications auraient été utilisées en même temps que les résultats des observations faites en voyage. Cette indication manquant, il m'a paru nécessaire d'y suppléer dans la mesure du possible, les seules indications du thermomètre et du baromètre à la station supérieure étant manifestement insuffisantes. Le facteur thermique, par lequel il faut multiplier la différence de hauteur brute pour tenir compte de la dilatation de l'air, est proportionnel à la moyenne entre les températures des deux stations. La température t_2 de la station inférieure (en l'espèce le bord de la mer) manquant, j'ai estimé utile de la calculer à l'aide de la température observée t, et de la hauteur brute, en admettant une variation de température de o°56 par 100 m.: on a donc dans ce cas $t_2 = t_1 + o°0056 h$, ou $t_1 + t_2 = 2 t_1 + o°0056 h$, en désignant par h la hauteur brute en mètres. Quant à la pression au bord de la mer, je l'ai évaluée, pour la commodité de l'usage des tables, à 760mm; mais le rivage de la Colombie étant voisin de l'isobare de 758mm, j'en ai tenu compte en diminuant de 20 m. les hauteurs calculées, cette hauteur étant celle dont il faut s'élever en partant du bord de la mer pour voir la pression diminuer de 2mm.

Le mode d'observation ne comportant pas une grande précision dans les résultats, je n'ai pas cru devoir tenir compte de la variation de la gravité avec la latitude, le facteur correspondant étant toujours très voisin de l'unité.

Je donne ci-dessous deux exemples de mes calculs.

Ex. 2. 18 août, Angelopolis. Bar. Fuess
$$606^{\text{nem}}$$
 $t_4 = 25^{\circ}$. Hauteur brute correspondant à 606^{mem} 1837^{ne} Correction pour 1°, d'après table 6^{meg} .

2 t_4 $= 50^{\circ}$
 $0^{\circ}0056 \times 1837 = \underline{10^{\circ}}$
 $t_4 + t_2$ $= 60^{\circ}$ $\underline{t_4 + t_2}$ $= 30^{\circ}$

Correction de hauteur $= 6^{\text{meg}} \times 30 = \underline{201^{\text{meg}}}$
 $\underline{2038^{\text{meg}}}$

Correction d'après l'hypsomètre . . . $\underline{-13}$
 $\underline{2025^{\text{meg}}}$

Correction constante $\underline{-20}$
Hauteur cherchée $\underline{2005^{\text{meg}}}$

Voici maintenant le tableau des résultats obtenus :

Dans ce tableau, F signifie baromètre Fuess;

G » Goldschmidt.

Le nombre qui accompagne chaque lettre est celui des mesures dont le résultat a été déduit. L'ordre adopté est celui de l'itinéraire suivi par M. Fuhrmann.

Les localités marquées d'une * sont celles dont l'altitude avait déjà été déterminée par d'autres explorateurs.

| Metres | | | Mètres |
|-------------------------------------|---------------|---------------------------|-------------|
| Magangué | (G 1) Angel | lopolis | 1969 (F 2) |
| El Banco | (G 1) Alto I | Oon Elias | 2130 (F 2) |
| Rejiloe 92 | (G 1) Cafeta | al La Camelia | 1797 (G 26) |
| Cañabetal 142 | (G 1) Lagur | na de l'Alto Don Elias. | 2097 (F 3) |
| Puerto Wilches* | (G I) Mine | de charbon d'Angelopolis. | 1803 (F 1) |
| Puerto Berrio* | (G 2) Lagur | na Santa-Rita | 1720 (F 1) |
| Malena* | (G 1) Cafeta | al La Hermosa | 1509 (F 2) |
| Cristallina 316 | (G 1) Saline | e Salao | 1381 (F 1) |
| Palestina | (G 1) Alto d | le los Alpes | 1782 (F 1) |
| Pavas 653 | (G 1) Titiril | bi* | 1584 (F 4) |
| San Raphaël 603 | (G 1) Vallée | du Rio Amaga | 1180 (F 1) |
| Caracoli 612 | (G 1) Puerto | o de los Pobres | 673 (F 4) |
| S. Juan 846 | (G 1) Zancu | da | 1250 (F 1) |
| La Quiebra | (G 1) Guaca | * | 1458 (F 3) |
| Yarumito | (G 1) Cafeta | al Tirol | 1685 (F 2) |
| Medellin* | G 24) La Pri | mavera | 1860 (G 2) |
| Laguna au-dessus de Medellin . 2504 | (F 1) Paso d | le l'Alto San Miguel | 2478 (G 2) |
| Estrella* | (F 1) Versai | illes | 2284 (G I) |
| Laguna de Estrella 1779 | (F 1) Santa- | -Barbara* . | 1928 (G 1) |
| Paso de l'Alto Romeral 2874 | (F 1) Hospit | ial | 845 (G 2) |

| M | dètres | | Metres |
|---------------------------------|------------|--|-------------|
| Valparaiso | 1384 (G 1) | Quebrada | 1041 (G 1) |
| Supia* | 1226 (G 2) | Villeta* | 858 (G 1) |
| Rio Sucio | 879 (G I) | La Sensitiva | 1932 (G 2) |
| Alto Chaquero | 1273 (G 1) | Facatativa* | 2595 (G 1) |
| Passage du Cauca | 874 (G 1) | Bogota* | 2626 (G 12) |
| | 1589 (G 2) | Paso Cruz Verde* | 3622 (G 1) |
| Jonction du Tare et Rio Jardina | 1274 (G 1) | Lagune (au-dessous du Paso Cruz Verde) | 3o36 (G 1) |
| Alto Cantadelisia | 1939 (G 1) | Ubaque* | 1805 (G 2) |
| Neira* | 1992 (G 3) | Laguna de Ubaque* | 2112 (G 1) |
| Manizales* | 2109 (G4) | Barro Blanco* | 2684 (G 1) |
| Col de l'Alto Evira | 3500 (G 1) | Tambo* | 1679 (G 2) |
| Alto Evira | 3678 (G 1) | Madrid* | 2685 (G 1) |
| Mine Union | 3595 (G 2) | Sibate* | 2585 (G 1) |
| Lionera | 3671 (G 1) | Alto Puerto Chiriadora | 2780 (G 1) |
| Col du Ruiz | 3820 (G 1) | Val Angarillo | 2707 (G 1) |
| | 2619 (G 2) | Alto de Angarillo | 3084 (G 1) |
| Soledad* | 2310 (G 1) | Alto San Carlos | 2625 (G 2) |
| | 1440 (G 1) | Alto Mira | 2096 (G 2) |
| Alto de Guarumo 2 | 2267 (G 1) | El Boqueron de Guachuni | 2446 (G 1) |
| Guarumo | 2159 (G 1) | Pied du Boqueron | 2171 (G 1) |
| La Aguaita | 2073 (G 1) | Finca Argelia | 1821 (G 2) |
| Fresno* | 1474 (G 2) | Finca Magdalena | 1003 (G 2) |
| Alto Palanque | 163 (G I) | Finca Buenavista | 988 (G 2) |
| Mariquita | 547 (G 1) | Viota* | 598 (G 1) |
| Honda* | 212 (G 3) | Portillo | 435 (G 1) |
| Alto de Sarjento* | 423 (G 1) | Girardot* | 371 (G 1) |
| | 1015 (G 2) | Upito | 276 (G 1) |
| Alto de Raizal* | 681 (G 1) | Ambalema* | 245 (G 1) |
| Quebrada | 565 (G 1) | Ocana | 109 (G 1) |
| Alto del Trigo* | 1949 (G 1) | Barranquilla* | 13 (G 1) |

Les explorateurs qui ont fait, avant M. Fuhrmann, des déterminations d'altitudes en Colombie sont :

| Explorateurs | | Dates du voyage | Instruments | Explorateurs | Dates du voyage Instruments |
|-------------------|---|-----------------|-------------|--------------|-----------------------------|
| Restrepo | | 1794-1802 | ? | Sanchez | 1888-1900 Anéroïde |
| Boussingault . | | 1820-1827 | ? | Andrée | 1875-1876 ? |
| Mosquera | | 1832-1850 | ? | Pereira | 1890 · ? |
| Codazzi | | 1849-1859 | ? | Cisneros | 1878 ? |
| Lievano | | 1863 | ? | Faulhaber | 1878 Anéroïde |
| Reiss et Stübel . | | 1868-1869 | Hypsomètre | White | ? Baromètre |
| Rancos | | . 1872 | » | Pena | 1885 Anéroïde |
| Hettner | | 1882-1884 | ? | Schenk | ? » |
| Espinosa | | 1874-1878 | Hypsomètre | Steinheil | 1877 Baromètre |
| Mallarino | • | ? | » | | |

J'indique ci-dessous les valeurs comparatives des altitudes obtenues. Dans ce tableau, la signification des abréviations est la suivante :

| A = Andrée B = Boussingault Ci = Cisneros Co = Codazzi E = Espinosa | Fa = Fa Fu = Fu He = He L = Lie Ma = Ma | hrmann Uner evano | Pr = P Pn = P Ra = R | ena | el | Sc = 5 | Restrepo Sanchez Schenk Steinheil White | |
|---|---|-------------------------|----------------------------|---------|--------------|--------|---|-------------------|
| | | | | | | | | Moyenne Mètres |
| Puerto Wilches . | Fu 105 | Ra 96. | 101 01 10 | * * * | | | | 100 |
| Puerto Berrio | Fu 143 | Ci 128. | x .c x | | | | | 135 |
| Malena | Fu 158 | Ci 144. | | | | | | 151 |
| Medellin | Fu 1515 | Co 1541 | Re 1496 | В 1547 | Ci | 1480 | Sc 1480 | 1510 |
| Estrella | Fu 1779 | Со 1730. | | | | | | 1755 |
| Titiribi | Fu 1584 | Со 1580 | Sc 1580 | | | | | 1581 |
| Guaca | Fu 1458 | Co 1420. | | | # F | | | 1439 |
| Sta Barbara | Fu 1928 | Sc 1820. | | | | | - m n | 1874 |
| Supia | Fu 1226 | Co 1220 | B 1225 | He 1230 | | | | 1225 |
| Filadelfia | Fu 1589 | Sc 1590. | | | | • | | 1590 |
| Neira | Fu 1992 | Со 1941 | Sc 1941 | | | | | 1958 |
| Manizales | Fu 2109 | Co 2140 | RS 2135 | Pr 2217 | Pn | 2075 | Sc 2120 | |
| | St 2190 | | | | | | | 2141 |
| Soledad | Fu 2310 | Pn 2246. | | | | | | 2278 |
| Fresno | Fu 1474 | Не 1340 | Pn 1582 | | | | | 1465 |
| Honda | Fu 212 | Co 210 | B 208 | Mo 219 | L | 195 | RS 200 | |
| | A 210 | Ci 199. | | | | | | 207 |
| Guaduas | Fu 1015 | Co 1029 | B 1022 | Mo 1008 | L | 976 | RS 1036 | • |
| | S 1020 | Sc 1020. | | | | | | 1016 |
| Alto de Raizal | Fu 1681 | Sc 1730. | | | | | | 1705 |
| Alto de Trigo. | Fu 1949 | Sc. 1920. | | | | | | 1935 |
| Villeta | Fu 858 | Co 839 | B 839 | Mo 791 | RS | 813 | $\mathbf{A} = 839$ | |
| | Sc 910 | | | | | | | 841 |
| Facatativa | Fu 2595 | Co 2630 | Mo 2590 | RS 2586 | \mathbf{A} | 2670. | | 2614 |
| Bogota | Fu 2626 | Co 2644 | B 2640 | Mo 2644 | L | | RS 2611 | 2633 |
| Paso Cruz Verde | Fu 3622 | St 3560 | He 3520 | | | | | 3567 |
| Ubaque | Fu 1805 | He 1850 | Sc 1850 | | | | | 1835 |
| Laguna de Ubaque | Fu 2112 | He 2100. | | | | | | 2106 |
| Barro Blanco | Fu 2684 | Mo 2740 | L 2780 | Sc 2640 | | | | 2711 |
| Tambo | Fu 1679 | Sc 1660. | | | | | | 1670 |
| Madrid | Fu 2585 | Co 2591 | L 2654 | He 2570 | | | | 2600 |
| Sibate | Fu 2585 | He 2570. | | | | | | 2578 |
| Viota | Fu 598 | E 650 | S 63o | | | | | 626 |
| Girardot | Fu 371 | Co 33o | L 320 | | | | | 340 |
| Ambalema | Fu 245 | RS 236 | Ci 236 | St 230 | | | | 234 |
| Barranquilla | Fu 13 | RS 7. | | | | | | 10 |
| ware seen review in page that the case of the | | | | | | w 450 | | |

Quelle confiance convient-il d'accorder à ces résultats? Il est impossible de le dire exactement; essayons toutefois de nous en faire une idée. En prenant, dans les résultats de M. Fuhrmann, ceux qui, provenant du plus grand nombre de déterminations, offrent le plus de garanties, on trouve ce qui suit:

| | | | Nombre de déterminations | Erreur moyenne d'une détermination | Erreur moyenne de la moyenne |
|------------|----|-----|-----------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Medellin . | ٠. | 1.0 | 24 | ± 18mo | $\pm 3^{\rm m}7$ |
| La Camelia | ٠ | | 26 | \pm 25 ^m 5 | ± 5 ^m o |
| Bogota | | | 12 | ± 32 ^m o | $\pm 9^{m_2}$ |

En attribuant aux trois valeurs obtenues pour l'erreur moyenne d'une détermination les poids 14, 14 et 10 (proportionnels à la racine carrée du nombre des observations), on trouve pour l'erreur moyenne d'une détermination $\pm 27^{\rm m}3$. En arrondissant ce nombre à $\pm 30^{\rm m}$, on ne doit pas être très loin de la vérité; ce serait donc l'erreur à craindre sur toute détermination fournie par une seule observation.

Elle se réduirait à .
$$\begin{cases} \pm 21^m \text{ pour une détermination résultant de 2 observations;} \\ \pm 17^m & \text{"" } \\ \pm 15^m & \text{"" } \end{cases}$$

Quant aux résultats auxquels plusieurs observateurs ont concouru, il est fort difficile de les évaluer, le *poids* des déterminations, comparé à celles de M. Fuhrmann, étant inconnu. En supposant qu'elles résultent chacune d'une seule détermination, la combinaison avec celles de M. Fuhrmann donnerait les résultats consignés ci-dessous.

Dans ce tableau, chaque détermination est accompagnée de l'erreur à craindre sur le résultat. Comme dans ce qui précède, les stations dont l'altitude a été déterminée par plusieurs observateurs sont désignées par une astérisque.

| Mėtres | | Mètres |
|--|--------------------------------|------------------|
| Magangué 43 ± ? | Estrella* | 1755 ± 20 |
| El Banco | Laguna de Estrella | 3. O No 1000 |
| Rejiloe | Paso de l'Alto Romeral | 2874 ± 30 |
| Cañabetal | Angelopolis | 1969 ± 20 |
| Puerto Wilches* 100 ± 20 | Alto Don Elias | 2130 ± 20 |
| Puerto Berrio* | Cafetal La Camelia | 1797 ± 5 |
| Malena* | Laguna de l'Alto Don Elias | 2097 ± 15 |
| Cristallina 316 ± 30 | Mine de charbon d'Angelopolis. | 1803 ± 30 |
| Palestina | Laguna Santa-Rita | |
| San Raphaël 603 ± 30 | Cafetal La Hermosa | 1509 ± 20 |
| Caracoli | Saline Salao | 1381 ± 30 |
| S. Juan | Alto de los Alpes | 1782 <u>+</u> 30 |
| La Quiebra | Titiribi* | 1581 ± 15 |
| Yarumito | Vallée du Rio Amaga | 1180 ± 30 |
| Medellin* | Puerto de los Pobres | 673 ± 15 |
| Laguna au-dessus de Medellin . 2504 ± 30 | Zancuda | 1250 ± 30 |

| | Metres | | Mêtres |
|----------------------------|-----------------------|--|---------------------|
| Guaca* | 1439 ± 15 | Guaduas* . | 1016 ± 10 |
| Cafetal Tirol | and the second second | Alto de Raizal. | 1705 ± 20 |
| Primavera. | 1860 ± 20 | Quebrada | $_{1565} \pm 3_{0}$ |
| Paso de l'Alto San Miguel | 2478 ± 20 | Alto del Trigo | 1935 ± 20 |
| Versailles | 2284 ± 30 | Quebrada | 1041 ± 30 |
| Santa-Barbara* | 1874 ± 20 | Villeta*, | 841 <u>+</u> 10 |
| Hospital | 845 ± 20 | La Sensitiva | 1932 ± 20 |
| Valparaiso | 1384 ± 3o | Facatativa* | 2614 <u>+</u> 15 |
| Supia* | 1225 ± 15 | Bogota* | 2633 ± 10 |
| Rio-Sucio | 879 ± 30 | Paso Cruz Verde | 3567 ± 20 |
| Alto Chaquero. | 1273 ± 30 | Lagune (au-dessous du Paso Gruz Verde) | 3026 ± 30 |
| Passage du Cauca | 814 ± 30 | Ubaque* | 1835 ± 15 |
| Filadelfia* | 1590 ± 20 | Laguna de Ubaque* | 2106 ± 20 |
| Jonction du Tare et du Rio | | Barro Blanco* | 2711 ± 15 |
| Jardina | 1274 <u>+</u> 30 | Tambo* | 1670 ± 20 |
| Alto Cantadelecia | 1939 ± 30 | Madrid* | 2600 ± 15 |
| Neira* | 1958 <u>+</u> 15 | Sibate*. | 2578 ± 20 |
| Manizales* | 2141 <u>+</u> 10 | Alto Puerto Chiriadora | 2780 ± 30 |
| Col de l'Alto Evira | 3500 ± 30 | Val Angarillo | 2707 土 30 |
| Alto Evira | 3678 ± 30 | Alto de Angarillo | 3084 ± 30 |
| Mine Union | $3595~\pm~20$ | Alto San Carlos | 2625 ± 20 |
| Lionera | 3671 ± 30 | Alto Mira | 2096 ± 20 |
| Col du Ruiz | 3820 <u>4-</u> 30 | El Boqueron de Guachuni | 2446 ± 30 |
| Morron | 2619 ± 20 | Pied du Boqueron | 2171 ± 30 |
| Soledad* | 2778 ± 20 | Finca Argelia. | 1821 ± 20 |
| Quiebra de l'Aguacatal | 1440 ± 30 | Finca Magdalena | 1003 ± 20 |
| Alto de Guarumo | $_{2267} \pm 30$ | Finca Buenavista | 988 ± 20 |
| Guarumo | 2159 ± 30 | Viota* | 626 ± 20 |
| La Aguaita | 2073 ± 30 | Portillo | 435 ± 30 |
| Fresno* | 1465 ± 15 | Girardot* | 340 ± 20 |
| Alto Palanque | 1163 ± 30 | Upito | 276 ± 30 |
| Mariquita | | Λ mbalema* | 234 ± 15 |
| Honda*. | | Ocana | 109 ± 30 |
| Alto de Sargento | 1423 ± 30 | Baranquilla* | 10 |

Dans ce tableau, les valeurs des erreurs à craindre sur chaque détermination ont été arrondies et remplacées par le multiple de 5 le plus rapproché.