

**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:** 07.02.2026

**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 :

1<sup>o</sup> Un baromètre anéroïde de Fuess, accompagné d'une table donnant, de millimètre en millimètre de pression, la hauteur *brute* à 0°, avec l'indication de la correction correspondante pour chaque degré de température.

2<sup>o</sup> Un baromètre anéroïde, système Goldschmidt, avec des tables donnant :

*a/* de 10<sup>mm</sup> en 10<sup>mm</sup>, 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 0° correspondant aux pressions de 10<sup>mm</sup> en 10<sup>mm</sup> ;

*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<sup>o</sup> 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.

4<sup>o</sup> 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<sup>mm</sup>. La marche du baromètre Fuess a été beaucoup moins satisfaisante : l'écart s'est élevé jusqu'à 6<sup>mm</sup>. 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 au-dessus 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  $t_1$  et de la hauteur *brute*, en admettant une variation de température de 0°56 par 100 m. : on a donc dans ce cas  $t_2 = t_1 + 0^{\circ}0056h$ , ou  $t_1 + t_2 = 2t_1 + 0^{\circ}0056h$ , 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 760<sup>mm</sup> ; mais le rivage de la Colombie étant voisin de l'isobare de 758<sup>mm</sup>, 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 2<sup>mm</sup>.

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. 1. 20 août, La Camelia. Bar. Goldschmidt 617<sup>mm</sup>4       $t_1 = 17^{\circ}$ .

Hauteur brute correspondant à 617<sup>mm</sup>4      1663<sup>m</sup>3

$$2t_1 = 34^{\circ}$$

$$0^{\circ}0056 \times 1663,3 = \frac{9^{\circ}}{}$$

$$t_1 + t_2 = 43^{\circ}$$

Facteur thermique, d'après les tables = 0,0789.

Correction de hauteur = 1663<sup>m</sup>3  $\times$  0,0789 = 131<sup>m</sup>3

Hauteur . . . . .      1794<sup>m</sup>6 ou 1795<sup>m</sup>

Correction constante . . . . .       $\frac{-20}{}$

Hauteur cherchée . . . . .      1775<sup>m</sup>

Ex. 2. 18 août, Angelopolis. Bar. Fuess 606<sup>mm</sup>  $t_1 = 25^\circ$ .

Hauteur brute correspondant à 606<sup>mm</sup> 1837<sup>m</sup>

Correction pour 1°, d'après table 6<sup>m</sup>7.

$$2t_1 = 50^\circ$$

$$0^{\circ}0056 \times 1837 = 10^\circ$$

$$t_1 + t_2 = 60^\circ \quad \frac{t_1 + t_2}{2} = 30^\circ$$

$$\text{Correction de hauteur} = 6^m7 \times 30 = \frac{201^m}{2038^m}$$

$$\text{Correction d'après l'hypsomètre} . . . . . = \frac{-13}{2025^m}$$

$$\text{Correction constante} . . . . . = \frac{-20}{2005^m}$$

$$\text{Hauteur cherchée} . . . . . = 2005^m$$

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.

	Mètres		Mètres
Magangué . . . . .	43 (G 1)	Angelopolis . . . . .	1969 (F 2)
El Banco . . . . .	53 (G 1)	Alto Don Elias . . . . .	2130 (F 2)
Rejiloe . . . . .	92 (G 1)	Cafetal La Camelia . . . . .	1797 (G 26)
Cañabetal . . . . .	142 (G 1)	Laguna de l'Alto Don Elias . .	2097 (F 3)
Puerto Wilches*	105 (G 1)	Mine de charbon d'Angelopolis .	1803 (F 1)
Puerto Berrio*	143 (G 2)	Laguna Santa-Rita . . . . .	1720 (F 1)
Malena*	158 (G 1)	Cafetal La Hermosa . . . . .	1509 (F 2)
Cristallina . . . . .	316 (G 1)	Saline Salao . . . . .	1381 (F 1)
Palestina . . . . .	540 (G 1)	Alto de los Alpes . . . . .	1782 (F 1)
Pavas . . . . .	653 (G 1)	Titiribi* . . . . .	1584 (F 4)
San Raphaël . . . . .	603 (G 1)	Vallée du Rio Amaga . . . . .	1180 (F 1)
Caracoli . . . . .	612 (G 1)	Puerto de los Pobres . . . . .	673 (F 4)
S. Juan . . . . .	846 (G 1)	Zancuda . . . . .	1250 (F 1)
La Quiebra . . . . .	1584 (G 1)	Guaca* . . . . .	1458 (F 3)
Yarumito . . . . .	1308 (G 1)	Cafetal Tirol . . . . .	1685 (F 2)
Medellin*	1515 (G 24)	La Primavera . . . . .	1860 (G 2)
Laguna au-dessus de Medellin .	2504 (F 1)	Paso de l'Alto San Miguel . .	2478 (G 2)
Estrella*	1506 (F 1)	Versailles . . . . .	2284 (G 1)
Laguna de Estrella . . . . .	1779 (F 1)	Santa-Barbara* . . . . .	1928 (G 1)
Paso de l'Alto Romeral . . . . .	2874 (F 1)	Hospital . . . . .	845 (G 2)

	Mètres		Mètres
Valparaiso . . . . .	1384 (G 1)	Quebrada . . . . .	1041 (G 1)
Supia*. . . . .	1226 (G 2)	Villeta* . . . . .	858 (G 1)
Rio Sucio. . . . .	879 (G 1)	La Sensitiva . . . . .	1932 (G 2)
Alto Chaquero . . . . .	1273 (G 1)	Facatativa* . . . . .	2595 (G 1)
Passage du Cauca . . . . .	874 (G 1)	Bogota* . . . . .	2626 (G 12)
Filadelfia*. . . . .	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)	3036 (G 1)
Alto Cəntadelisia. . . . .	1939 (G 1)	Ubaque* . . . . .	1805 (G 2)
Neira*. . . . .	1992 (G 3)	Laguna de Ubaque* . . . . .	2112 (G 1)
Manizales* . . . . .	2109 (G 4)	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)
Morron . . . . .	2619 (G 2)	Alto de Angarillo . . . . .	3084 (G 1)
Soledad* . . . . .	2310 (G 1)	Alto San Carlos . . . . .	2625 (G 2)
Quiebra de l'Aguacatal . . . . .	1440 (G 1)	Alto Mira. . . . .	2096 (G 2)
Alto de Guarumo . . . . .	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 . . . . .	1163 (G 1)	Finca Buenavista . . . . .	988 (G 2)
Mariquita. . . . .	547 (G 1)	Viota*. . . . .	598 (G 1)
Honda*. . . . .	212 (G 3)	Portillo . . . . .	435 (G 1)
Alto de Sarjento*. . . . .	1423 (G 1)	Girardot*. . . . .	371 (G 1)
Guaduas*. . . . .	1015 (G 2)	Upito . . . . .	276 (G 1)
Alto de Raizal*. . . . .	1681 (G 1)	Ambalema*. . . . .	245 (G 1)
Quebrada. . . . .	1565 (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
Restrepo . . . . .	1794-1802	?
Boussingault . . . . .	1820-1827	?
Mosquera . . . . .	1832-1850	?
Codazzi . . . . .	1849-1859	?
Lievano . . . . .	1863	?
Reiss et Stübel . . . . .	1868-1869	Hypsomètre
Rancos . . . . .	1872	»
Hettner . . . . .	1882-1884	?
Espinosa. . . . .	1874-1878	Hypsomètre
Mallarino . . . . .	?	»

Explorateurs	Dates du voyage	Instruments
Sanchez . . . . .	1888-1900	Anéroïde
Andrée . . . . .	1875-1876	?
Pereira . . . . .	1890	?
Cisneros . . . . .	1878	?
Faulhaber . . . . .	1878	Anéroïde
White . . . . .	?	Baromètre
Pena . . . . .	1885	Anéroïde
Schenk . . . . .	?	»
Steinheil. . . . .	1877	Baromètre

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

A	= Andrée	Fa	= Faulhaber	Mo	= Mosquera	Re	= Restrepo	Moyenne		
B	= Boussingault	Fu	= Fuhrmann	Pr	= Pereira	S	= Sanchez	Mètres		
Ci	= Cisneros	He	= Hettner	Pn	= Pena	Sc	= Schenk			
Co	= Codazzi	L	= Lievano	Ra	= Rancos	St	= Steinheil			
E	= Espinosa	Ma	= Mallarino	RS	= Reiss et Stübel	W	= White			
Puerto Wilches	.	Fu	105	Ra	96	.	.	100		
Puerto Berrio.	.	Fu	143	Ci	128	.	.	135		
Malena.	.	Fu	158	Ci	144	.	.	151		
Medellin	.	Fu	1515	Co	1541	Re	1496	1510		
Estrella	.	Fu	1779	Co	1730	.	.	1755		
Titiribi	.	Fu	1584	Co	1580	Sc	1580	1581		
Guaca	.	Fu	1458	Co	1420	.	.	1439		
S <sup>a</sup> Barbara	.	Fu	1928	Sc	1820	.	.	1874		
Supia	.	Fu	1226	Co	1220	B	1225	1225		
Filadelfia	.	Fu	1589	Sc	1590	.	.	1590		
Neira	.	Fu	1992	Co	1941	Sc	1941	1958		
Manizales	.	Fu	2109	Co	2140	RS	2135	2141		
						St	2190	2278		
Soledad	.	Fu	2310	Pn	2246	.	.	2278		
Fresno.	.	Fu	1474	He	1340	Pn	1582	1465		
Honda.	.	Fu	212	Co	210	B	208	207		
						A	210	207		
Guaduas	.	Fu	1015	Co	1029	B	1022	1016		
						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	841		
						Sc	910	841		
Facatativa	.	Fu	2595	Co	2630	Mo	2590	2614		
Bogota	.	Fu	2626	Co	2644	B	2640	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	2711		
Tambo	.	Fu	1679	Sc	1660	.	.	1670		
Madrid	.	Fu	2585	Co	2591	L	2654	2600		
Sibate	.	Fu	2585	He	2570	.	.	2578		
Viota	.	Fu	598	E	650	S	630	626		
Girardot	.	Fu	371	Co	330	L	320	340		
Ambalema	.	Fu	245	RS	236	Ci	236	234		
Baranquilla	.	Fu	13	RS	7	.	.	10		

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 . . . . .	24	$\pm 18^m 0$	$\pm 3^m 7$
La Camelia . . . . .	26	$\pm 25^m 5$	$\pm 5^m 0$
Bogota. . . . .	12	$\pm 32^m 0$	$\pm 9^m 2$

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  $\pm 27^m 3$ . En arrondissant ce nombre à  $\pm 30^m$ , 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 .  $\left\{ \begin{array}{llll} \pm 21^m & \text{pour une détermination résultant de 2 observations ;} \\ \pm 17^m & " & " & 3 \\ \pm 15^m & " & " & 4 \end{array} \right.$

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.

	Mètres		Mètres
Magangué . . . . .	$43 \pm ?$	Estrella* . . . . .	$1755 \pm 20$
El Banco . . . . .	$53 \pm ?$	Laguna de Estrella . . . . .	$1779 \pm 30$
Rejiloe. . . . .	$92 \pm ?$	Paso de l'Alto Romeral . . . . .	$2874 \pm 30$
Cañabetal . . . . .	$142 \pm 30$	Angelopolis . . . . .	$1969 \pm 20$
Puerto Wilches* . . . . .	$100 \pm 20$	Alto Don Elias . . . . .	$2130 \pm 20$
Puerto Berrio*. . . . .	$135 \pm 20$	Cafetal La Camelia . . . . .	$1797 \pm 5$
Malena* . . . . .	$151 \pm 20$	Laguna de l'Alto Don Elias . . . . .	$2097 \pm 15$
Cristallina . . . . .	$316 \pm 30$	Mine de charbon d'Angelopolis . . . . .	$1803 \pm 30$
Palestina . . . . .	$540 \pm 30$	Laguna Santa-Rita . . . . .	$1720 \pm 30$
San Raphaël . . . . .	$603 \pm 30$	Cafetal La Hermosa . . . . .	$1509 \pm 20$
Caracoli . . . . .	$612 \pm 30$	Saline Salao . . . . .	$1381 \pm 30$
S. Juan . . . . .	$846 \pm 30$	Alto de los Alpes . . . . .	$1782 \pm 30$
La Quiebra . . . . .	$1584 \pm 30$	Titiribi* . . . . .	$1581 \pm 15$
Yarumito . . . . .	$1308 \pm 30$	Vallée du Rio Amaga . . . . .	$1180 \pm 30$
Medellin* . . . . .	$1510 \pm 10$	Puerto de los Pobres . . . . .	$673 \pm 15$
Laguna au-dessus de Medellin	$2504 \pm 30$	Zancuda . . . . .	$1250 \pm 30$

	Mètres		Mètres
Guaca*	1439 ± 15	Guaduas*	1016 ± 10
Cafetal Tirol	1685 ± 20	Alto de Raizal	1705 ± 20
Primavera	1860 ± 20	Quebrada	1565 ± 30
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 ± 10
Hospital	845 ± 20	La Sensitiva	1932 ± 20
Valparaiso	1384 ± 30	Facatativa*	2614 ± 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 Cruz 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 Jardina	1274 ± 30	Barro Blanco*	2711 ± 15
Alto Cantadelecia	1939 ± 30	Tambo*	1670 ± 20
Neira*	1958 ± 15	Madrid*	2600 ± 15
Manizales*	2141 ± 10	Sibate*	2578 ± 20
Col de l'Alto Evira	3500 ± 30	Alto Puerto Chiriadora	2780 ± 30
Alto Evira	3678 ± 30	Val Angarillo	2707 ± 30
Mine Union	3595 ± 20	Alto de Angarillo	3084 ± 30
Lionera	3671 ± 30	Alto San Carlos	2625 ± 20
Col du Ruiz	3820 ± 30	Alto Mira	2096 ± 20
Morron	2619 ± 20	El Boqueron de Guachuni	2446 ± 30
Soledad*	2778 ± 20	Pied du Boqueron	2171 ± 30
Quiebra de l'Aguacatal	1440 ± 30	Finca Argelia	1821 ± 20
Alto de Guarumo	2267 ± 30	Finca Magdalena	1003 ± 20
Guarumo	2159 ± 30	Finca Buenavista	988 ± 20
La Aguaita	2073 ± 30	Viota*	626 ± 20
Fresno*	1465 ± 15	Portillo	435 ± 30
Alto Palanque	1163 ± 30	Girardot*	340 ± 20
Mariquita	547 ± 30	Upito	276 ± 30
Honda*	207 ± 10	Ambalema*	234 ± 15
Alto de Sargento	1423 ± 30	Ocana	109 ± 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.