

# Mesures hyposométriques en Colombie

Autor(en): **Le Grand Roy, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mémoires de la Société des Sciences Naturelles de Neuchâtel**

Band (Jahr): **5 (1914)**

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-100145>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# 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° 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° 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° 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° 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  $t_2 = t_1 + 0°0056 h$ , ou  $t_1 + t_2 = 2 t_1 + 0°0056 h$ , 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 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	$t_1 = 17°.$
Hauteur brute correspondant à 617 <sup>mm</sup> 4	1663 <sup>m</sup> 3
2 $t_1$	= 34°
$0°0056 \times 1663,3 =$	<u>9°</u>
$t_1 + t_2$	= 43°
Facteur thermique, d'après les tables = 0,0789.	
Correction de hauteur = 1663 <sup>m</sup> 3 $\times$ 0,0789 =	<u>131<sup>m</sup>3</u>
Hauteur . . . . .	1794 <sup>m</sup> 6 ou 1795 <sup>m</sup>
Correction constante . . . . .	<u>— 20</u>
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.

$$2 t_1 = 50^\circ$$

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

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

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

$$\text{Correction d'après l'hyposomètre} . . . - 13$$

$$\frac{2025^m}{2025^m}$$

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

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

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 Cantadelisia . . . . .	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)
Morrón . . . . .	2619 (G 2)	Alto de Angarillo . . . . .	3084 (G 1)
Soledad* . . . . .	2310 (G 1)	Alto San Carlos . . . . .	2625 (G 2)
Quebra 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	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	Fa = Faulhaber	Mo = Mosquera	Re = Restrepo
B = Boussingault	Fu = Fuhrmann	Pr = Pereira	S = Sanchez
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

								Moyenne
								Mètres
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	B 1547	Ci 1480	Sc 1480		1510
Estrella	Fu 1779	Co 1730						1755
Titiribi	Fu 1584	Co 1580	Sc 1580					1581
Guaca	Fu 1458	Co 1420						1439
St <sup>a</sup> Barbara	Fu 1928	Sc 1820						1874
Supia	Fu 1226	Co 1220	B 1225	He 1230				1225
Filadelfia	Fu 1589	Sc 1590						1590
Neira	Fu 1992	Co 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	He 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	A 839		
	Sc 910							841
Facatativa	Fu 2595	Co 2630	Mo 2590	RS 2586	A 2670			2614
Bogota	Fu 2626	Co 2644	B 2640	Mo 2644	L 2634	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 630					626
Girardot	Fu 371	Co 330	L 320					340
Ambalema	Fu 245	RS 236	Ci 236	St 220				234
Barranquilla	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	± 18 <sup>m</sup> 0	± 3 <sup>m</sup> 7
La Camelia . . . . .	26	± 25 <sup>m</sup> 5	± 5 <sup>m</sup> 0
Bogota. . . . .	12	± 32 <sup>m</sup> 0	± 9 <sup>m</sup> 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 ± 27<sup>m</sup>3. En arrondissant ce nombre à ± 30<sup>m</sup>, 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 .  $\left\{ \begin{array}{l} \pm 21^m \text{ pour une détermination résultant de 2 observations ;} \\ \pm 17^m \text{ » } \text{ » } \text{ » } \text{ 3 »} \\ \pm 15^m \text{ » } \text{ » } \text{ » } \text{ 4 »} \end{array} \right.$

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 ± ?	Estrella* . . . . .	1755 ± 20
El Banco . . . . .	53 ± ?	Laguna de Estrella . . . . .	1779 ± 30
Rejiloe. . . . .	92 ± ?	Paso de l'Alto Romeral . . . . .	2874 ± 30
Cañabetal . . . . .	142 ± 30	Angelopolis . . . . .	1969 ± 20
Puerto Wilches* . . . . .	100 ± 20	Alto Don Elias . . . . .	2130 ± 20
Puerto Berrio* . . . . .	135 ± 20	Cafetal La Camelia . . . . .	1797 ± 5
Malena* . . . . .	151 ± 20	Laguna de l'Alto Don Elias . . . . .	2097 ± 15
Cristallina . . . . .	316 ± 30	Mine de charbon d'Angelopolis . . . . .	1803 ± 30
Palestina . . . . .	540 ± 30	Laguna Santa-Rita . . . . .	1720 ± 30
San Raphaël . . . . .	603 ± 30	Cafetal La Hermosa . . . . .	1509 ± 20
Caracoli . . . . .	612 ± 30	Saline Salao . . . . .	1381 ± 30
S. Juan . . . . .	846 ± 30	Alto de los Alpes . . . . .	1782 ± 30
La Quiebra . . . . .	1584 ± 30	Titiribi* . . . . .	1581 ± 15
Yarumito . . . . .	1308 ± 30	Vallée du Rio Amaga . . . . .	1180 ± 30
Medellin* . . . . .	1510 ± 10	Puerto de los Pobres . . . . .	673 ± 15
Laguna au-dessus de Medellin . . . . .	2504 ± 30	Zancuda . . . . .	1250 ± 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		Barro Blanco*	2711 ± 15
Jardina	1274 ± 30	Tambo*	1670 ± 20
Alto Cantadelecia	1939 ± 30	Madrid*	2600 ± 15
Neira*	1958 ± 15	Sibate*	2578 ± 20
Manizales*	2141 ± 10	Alto Puerto Chiriadora	2780 ± 30
Col de l'Alto Evira	3500 ± 30	Val Angarillo	2707 ± 30
Alto Evira	3678 ± 30	Alto de Angarillo	3084 ± 30
Mine Union	3595 ± 20	Alto San Carlos	2625 ± 20
Lionera	3671 ± 30	Alto Mira	2096 ± 20
Col du Ruiz	3820 ± 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 ± 30	Finca Buenavista	988 ± 20
Guarumo	2159 ± 30	Viota*	626 ± 20
La Agnaita	2073 ± 30	Portillo	435 ± 30
Fresno*	1465 ± 15	Girardot*	340 ± 20
Alto Palanque	1163 ± 30	Upito	276 ± 30
Mariquita	547 ± 30	Ambalema*	234 ± 15
Honda*	207 ± 10	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.