

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. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

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 :

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^{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 0° 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.

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^{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 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^{mm} ; mais le rivage de la Colombie étant voisin de l'isobare de 758^{mm}, 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^{mm}.

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 ^{mm} 4	$t_1 = 17°.$
Hauteur brute correspondant à 617 ^{mm} 4	1663 ^m 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 ^m 3 \times 0,0789 =	<u>131^m3</u>
Hauteur	1794 ^m 6 ou 1795 ^m
Correction constante	<u>— 20</u>
Hauteur cherchée	1775 ^m

Ex. 2. 18 août, Angelopolis. Bar. Fuess 606^{mm} $t_1 = 25^\circ$.

Hauteur brute correspondant à 606^{mm} 1837^m

Correction pour 1°, d'après table 6^m7.

$$2 t_1 = 50^\circ$$

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

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

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

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

$$2025^m$$

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

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

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 ^a 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	.	2141
	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	.	207
	A 210	Ci 199	.	.	.	.	.	207
Guaduas	Fu 1015	Co 1029	B 1022	Mo 1008	L 976	RS 1036	.	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	Mo 791	RS 813	A 839	.	841
	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	$\pm 18^m0$	$\pm 3^m7$
La Camelia	26	$\pm 25^m5$	$\pm 5^m0$
Bogota.	12	$\pm 32^m0$	$\pm 9^m2$

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 $\pm 27^m3$. 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 . $\left\{ \begin{array}{l} \pm 21^m \text{ pour une détermination résultant de 2 observations ;} \\ \pm 17^m \text{ » } \text{ » } \text{ » } \text{ 3 } \text{ » } \\ \pm 15^m \text{ » } \text{ » } \text{ » } \text{ 4 } \text{ » } \end{array} \right.$

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		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.