

# SLOPE CORRECTIONS FOR ECHO SOUNDINGS

by

INGÉNIEUR HYDROGRAPHE GÉNÉRAL, P. DE VANSSAY DE BLAVOUS, DIRECTOR.

---

As Admiral NARES has shown in the above article, there are at present three methods of correcting for slope soundings obtained by echo, as these furnish the shortest distance from the bottom.

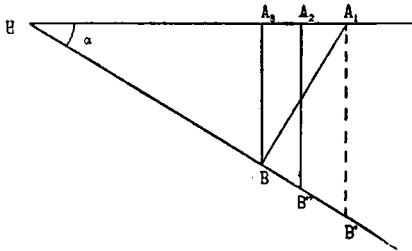
The first applies a *plus* correction to the echo distance obtained, plotting the sounding at the spot where the ship was at the moment of sounding.

The second does not alter the echo distance obtained, but plots the position of the sounding by displacing that of the ship along the normal to the contour line towards the shoaler depths.

The third applies a *minus* correction to the echo distance obtained, and plots the sounding on the vertical through the point on the bottom where the echo was produced, while displacing the ship's position along the normal to the contour line towards the shoaler depths.

The depth shown by the second method will lie between those given by the first and third; the same applies to the positions.

Let  $A_1$  be the position of the ship, and  $HB$  the bottom, assumed to be a plane inclined at an angle  $\alpha$ . The echo distance is  $A_1B$ . The first method plots the value  $A_1B'$  at  $A_1$ , by applying to the echo distance the *plus* correction



$$A_1B \left( \frac{1}{\cos \alpha} - 1 \right).$$

The second method plots the value  $A_2B'' = A_1B$  at  $A_2$ , by displacing  $A_1$  by the quantity

$$A_1A_2 = A_1B \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}.$$

The third method plots the value of  $A_3B$  at  $A_3$ , displacing  $A_1$  by the quantity

$$A_1A_3 = A_1B \sin \alpha$$

and applying to the echo distance the *minus* correction

$$A_1B (1 - \cos \alpha).$$

The two first methods have the disadvantage that they assume the slope to be the same between  $B$  and  $B'$ . All three methods necessitate knowing the angle of slope  $\alpha$ .

Comparatively widely-spaced soundings, such as can be taken by lead-line, will only enable us to find the angle of slope if the latter is fairly regu-

lar. We shall obtain a much better result from echo soundings, which are generally very close together. We have shown in Vol. VII, N<sup>o</sup> 2, pp. 52 et seq. of the *Hydrographic Review* that by first plotting these soundings without any slope correction and tracing the contour lines resulting therefrom, we can for each sounding deduce from these depth lines a value  $\beta$  of the angle of slope, linked to the angle  $\alpha$  by the relation

$$\tan \beta = \sin \alpha$$

It will be easy then to deduce the exact value of  $\alpha$  from the knowledge of this value  $\beta$ , which differs a little from it, especially if the slope is fairly steep.

The appended diagrams give, at sight, the value of the coefficient by which the echo depth  $A_1B$  must be multiplied to obtain in the same units the correction applicable either to this depth or to the ship's position.

Diagram N<sup>o</sup> 1 is for use with the first method. We enter the vertical scale on the left with the figure denoting the difference, in metres or fathoms, in the value of two consecutive contour lines which include the sounding to be corrected; we follow the horizontal line from this figure as far as its intersection with the vertical line representing the distance between the two contour lines, measured along a normal to these lines passing through the sounding, reading the distance in metres or cables on the upper horizontal scale. We then take that one already marked or interpolated of the group of converging lines which passes through the point thus obtained, and follow it to its intersection with the right-hand or the lower edge of the diagram. At this point of intersection (interpolating if necessary) we read the value of the desired coefficient, using the inner scale of the border if the contour lines originated in soundings uncorrected for slope, otherwise the outer scale of the border.

The coefficient, multiplied by the echo depth, gives the quantity to be *added* to this depth to obtain a sounding corrected for slope, which will be plotted at the position of the sounding ship.

Diagram N<sup>o</sup> 2 is for use with the second method. It is used in exactly the same way as N<sup>o</sup> 1. The product of the coefficient obtained and the echo depth gives the displacement (in metres or fathoms according to the unit in use) which the ship's position must undergo normally to the contour lines and towards the lesser depths, before plotting the sounding equal to the echo depth in the position thus found.

Diagram N<sup>o</sup> 3 is for use with the third method. Its use is again as before; but there are two coefficients to be determined. The first, read on the outer border, multiplied by the echo depth gives the quantity which must be *subtracted* from this depth to obtain a sounding corrected for slope. The other, read off the other border situated inside the first one, multiplied by the echo depth gives the displacement (in metres or fathoms) to be applied to the ship's position, normally to the contour lines and towards the lesser depths, before plotting the sounding there as just corrected for slope.

ABACUS N° 1

(1ère méthode : facteur pour correction additive de la sonde)

(1st method : factor for obtaining the correction to be added to the sounding)

facteur factor	Y <sub>1</sub> millimètres	facteur factor	Y <sub>2</sub> millimètres	facteur factor	X <sub>1</sub> millimètres	X <sub>2</sub> millimètres
0,0001	14,1	0,0260	229,5	0,1200	396,5	
0,0002	20,0	280	238,3	1250	398,0	
3	24,5	300	246,8	1300	380,0	
4	28,3	320	255,0	1400	365,4	
5	31,6	340	263,0	1500	352,2	
6	34,6	360	270,7	1600	340,2	394,6
7	37,4	380	278,3	1700	329,3	385,3
8	40,0	400	285,7	1800	319,3	376,6
9	42,4	450	303,4	1900	310,0	368,9
0,0010	44,7	500	320,2	2000	301,5	361,8
11	46,9	550	336,2	2100	293,6	355,3
15	54,8	600	351,6	2200	286,2	349,2
20	63,3	650	366,4	2300	279,3	343,5
25	70,6	700	380,7	2400	272,8	338,3
30	77,5	750	394,5	2500	266,7	333,4
40	89,5	800	407,9	2600	260,9	328,7
50	100,1	850	421,0	2700	255,5	324,5
60	109,7	900	433,7	2800	250,3	320,4
70	118,5	950	446,1	2900	245,4	316,6
80	126,75	1000	458,3	3000	240,8	313,0
90	134,5	1050	470,1	3200	232,1	306,4
0,0100	141,8	1100	481,8	3400	224,2	300,4
0,0110	148,7	1150	493,2	3600	217,0	295,1
120	155,4	1200	504,4	3800	210,3	289,8
140	167,9	1250	515,4	4000	204,1	285,0
160	179,6	1300	526,2	4200	198,4	281,7
180	190,6	1400	547,4	4500	190,5	276,2
200	201,0	1500	567,9	4800	183,3	271,3
220	210,9	1600	587,9	5000	178,9	266,3
240	220,4		506,8	0,5500	168,9	261,8

ABACUS N° 2

(2ème méthode : facteur pour déplacement de la sonde vers les fonds décroissants)

(2nd method : factor for displacement of the sounding towards decreasing depths)

facteur factor	Y <sub>2</sub> millimètres	facteur factor	X <sub>2</sub> millimètres	facteur factor	X <sub>1</sub> millimètres	X <sub>1</sub> millimètres
0,0010	2,0	0,2350	402,0	0,3900	217,4	296,4
0,0100	20,0	0,2400	392,7	0,4000	210,0	290,0
0,0200	40,0	0,2450	383,7	0,4100	202,9	284,9
0,0300	60,1	0,2500	376,0	0,4200	196,1	280,1
0,0400	80,1	0,2550	366,7	0,4300	189,6	275,6
0,0500	100,3	0,2600	358,6	0,4400	183,3	271,3
0,0600	120,4	0,2650	350,9	0,4500	177,2	267,2
0,0700	140,7	0,2700	343,4	0,4600	171,4	263,4
0,0800	161,0	0,2750	336,1	0,4700	165,8	259,8
0,0900	181,5	0,2800	329,1	0,4800	160,3	256,3
0,1000	202,0	0,2850	322,4	0,4900	155,1	253,1
0,1100	222,7	0,2900	315,8	0,5000	150,0	250,0
0,1200	243,5	0,2950	309,3	0,5200	140,3	244,3
0,1300	264,5	0,3000	303,3	0,5400	131,2	239,2
0,1400	285,6	0,3100	297,6	0,5500	126,6	236,6
0,1500	306,9	0,3200	292,4	0,3300	280,5	244,5
0,1600	328,4	0,3300	287,0	0,3400	275,0	240,0
0,1700	350,1	0,3400	282,1	0,3500	270,0	236,0
0,1800	372,1	0,3500	277,4	0,3600	265,7	232,7
0,1900	394,2	0,3600	272,8	0,3700	262,0	229,3
0,2000	416,7	0,3700	268,4	0,3800	258,3	226,2
0,2100	439,4	0,3800	264,1	0,3900	254,5	223,2
0,2200	462,4	0,3900	260,0			
0,2300	485,7					
0,2400	509,3					
0,2500	470,6					
0,2600	487,1					
0,2700	503,3					

DIAGRAM N° 2

ABRQUE N° 3 (3ème méthode)

DIAGRAM N° 3 (3rd method)

1°) facteur pour correction négative de la sonde  
factor for obtaining correction to be subtracted from the sounding

facteur factor	Y <sub>2</sub> millimètres	facteur factor	Y <sub>3</sub> millimètres	Y <sub>4</sub> millimètres	Y <sub>5</sub> millimètres	facteur factor	x <sub>2</sub> millimètres	x <sub>3</sub> millimètres
0,0001	14,1	0,0220	213,3	208,6		0,1100	390,4	
2	20,0	240	223,1	217,6		0,1150	380,2	
3	24,5	260	232,6	226,5		0,1200	370,6	
4	28,3	280	241,8	235,0		0,1250	361,5	
5	31,6	300	250,6	243,1		0,1300	352,9	
6	34,6	320	259,2	251,0		0,1350	344,8	398,6
7	37,4	340	267,6	258,5		0,1400	337,0	391,9
8	40,0	360	275,8	265,9		0,1450	329,7	385,7
9	42,4	380	283,8	273,0		0,1500	322,7	379,7
0,0010	44,8	400	291,7	280,0		0,1550	316,0	374,0
11	46,9	450	310,6	296,6		0,1600	309,6	368,6
15	54,8	500	328,7	312,2		0,1650	303,5	363,5
20	63,3	550	346,1	327,1		0,1700	297,6	358,6
25	70,8	600	363,0	341,2		0,1750	292,0	353,9
30	77,6	650	379,3	354,6		0,1800	286,5	349,4
40	89,7	700	395,2	367,6		0,1850	281,3	345,1
50	100,4	750	410,8	380,0		0,1900	276,2	341,1
60	110,0	800	426,0	391,9		0,1950	271,4	337,1
70	118,9	850	440,9	403,5		0,2000	266,7	333,3
80	127,3	900	455,6	414,6		0,2100	262,2	329,6
0,0090	135,1	0,0950	470,1	425,4		0,2200	257,8	326,2
0,0100	142,5	0,1000	484,3	435,9		0,2300	249,3	319,6
110	149,6	0,1050	498,4	446,1		0,2400	241,4	313,5
120	156,3	0,1100	512,3	456,0		0,2500	233,9	307,7
130	162,8	0,1150		465,6		0,2600	226,8	302,4
140	169,1	0,1200		475,0		0,2700	220,0	297,3
150	175,2	0,1250		484,1		0,2800	213,6	292,6
160	181,1	0,1300		493,1		0,2900	207,5	288,2
180	192,3	0,1350		501,8		0,3000	201,7	284,0
200	203,1					0,3100	196,1	280,1
						0,3200	190,3	276,8
						0,3300	185,5	272,5
						0,3400	180,5	269,4
						0,3500	175,7	266,2
						0,3600	171,1	263,2
							166,6	260,3

ABRQUE N° 3 (3ème méthode)      DIAGRAM N° 3 (3rd method)

2°) facteur pour déplacer la sonde vers les fonds décroissants  
factor for displacing the sounding towards decreasing depths.

facteur factor	Y <sub>1</sub> millimètres	facteur factor	Y <sub>2</sub> millimètres	facteur factor	Y <sub>3</sub> millimètres	facteur factor	X <sub>1</sub> millimètres	X <sub>2</sub> millimètres
0,0010	0,95	0,3800	390,3	0,95	0,3800	0,4600	370,6	
0,0100	9,5	0,4000	414,6	9,5	0,4000	0,4700	360,6	
0,0200	19,0	0,4100	427,0	19,0	0,4100	0,4800	350,9	
0,0400	38,0	0,4200	439,6	38,0	0,4200	0,4900	341,6	
0,0600	57,1	0,4300	452,4	57,1	0,4300	0,5000	332,5	384,0
0,0800	76,2	0,4400	465,5	76,2	0,4400	0,5100	323,8	376,5
0,1000	95,5	0,4500	478,7	95,5	0,4500	0,5200	315,4	369,2
0,1200	114,8	0,4600	492,2	114,8	0,4600	0,5300	307,2	362,3
0,1400	134,3	0,4700	505,8	134,3	0,4700	0,5400	299,3	355,6
0,1600	154,1	0,4800		154,1	0,4800	0,5500	291,5	349,1
0,1800	173,8	0,4900		173,8	0,4900	0,5600	284,1	342,9
0,2000	193,9	0,5000		193,9	0,5000	0,5700	276,8	336,8
0,2200	214,3	0,5100		214,3	0,5100	0,5800	269,7	331,0
0,2400	234,9	0,5200		234,9	0,5200	0,5900	262,7	325,4
0,2600	255,6	0,5300		255,6	0,5300	0,6000	256,0	320,0
0,2800	277,1	0,5400		277,1	0,5400	0,6100	249,4	314,8
0,3000	298,7	0,5500		298,7	0,5500	0,6200	243,0	309,7
0,3200	320,8	0,5600		320,8	0,5600	0,6300	236,7	304,8
0,3400	343,5	0,5700		343,5	0,5700	0,6400	230,5	300,0
0,3600	366,5	0,5800		366,5	0,5800	0,6500	224,5	295,4
		0,5900			0,5900	0,6600	218,5	290,9
		0,6000			0,6000	0,6700	212,7	286,6
		0,6100			0,6100	0,6800	207,0	282,4
		0,6200			0,6200	0,6900	201,4	278,3
		0,6300			0,6300	0,7000	195,9	274,3
		0,6400			0,6400	0,7100	190,4	270,4
		0,6500			0,6500	0,7200	185,1	266,7
		0,6600			0,6600	0,7300	179,8	263,0
		0,6700			0,6700	0,7400	174,3	259,5
		0,6800			0,6800	0,7500	169,3	256,0
		0,6900			0,6900		164,2	252,6

DIAGRAM N° 1. (1st method: Factor for obtaining the correction to be added to the sounding.)

ABaque N° 1. (1<sup>re</sup> méthode: Facteur pour correction additive de la sonde.)

[Outer factor for true slope; inner factor for a slope deduced from uncorrected echo soundings.]

[Facteur extérieur pour une pente vraie; facteur intérieur pour une pente déduite de sondages par le son non corrigés.]

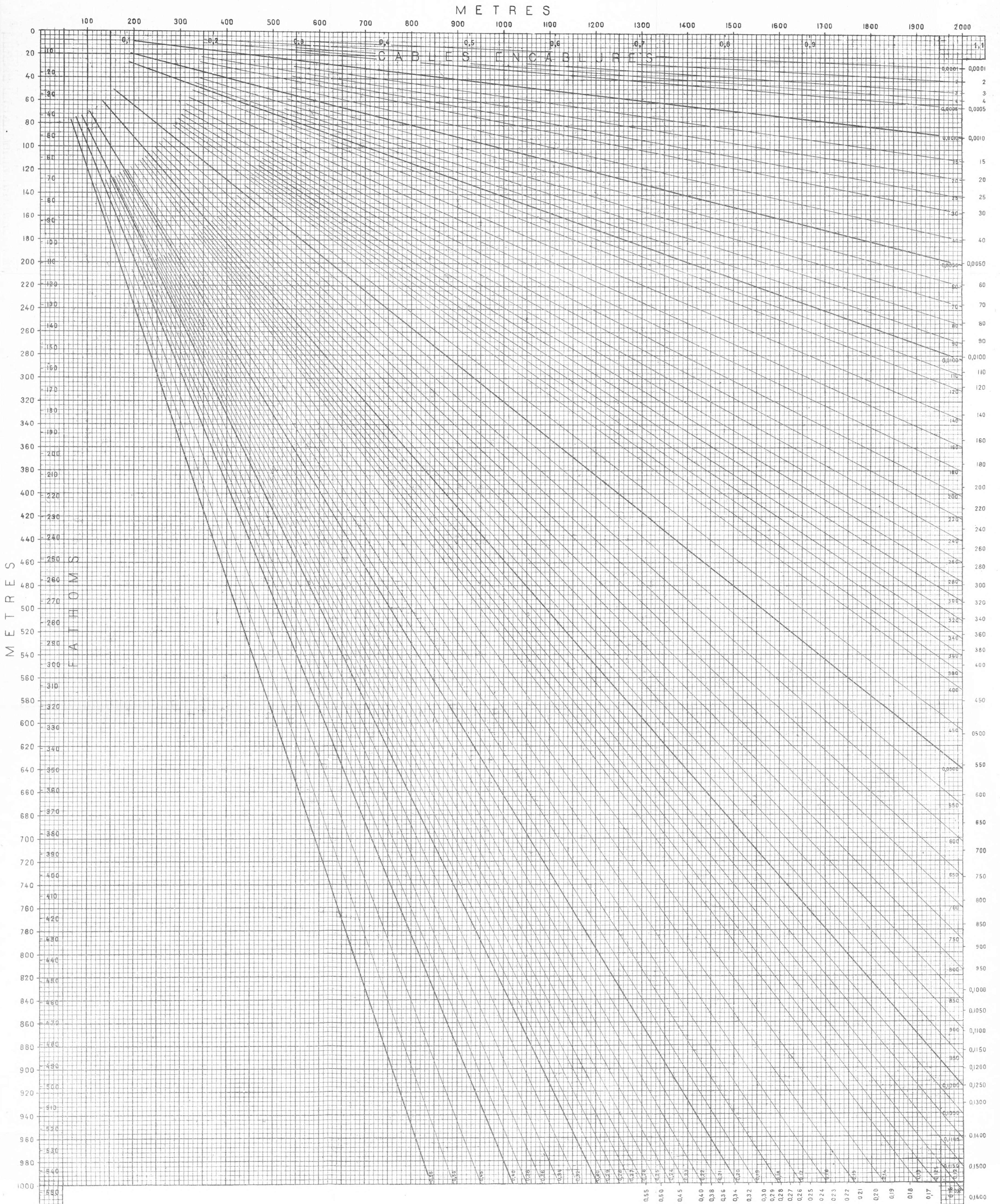


DIAGRAM N° 2. (2nd method : Factor for displacing the sounding towards decreasing depths.)

ABaque N° 2. (2<sup>me</sup> méthode : Facteur pour déplacer la sonde vers les fonds décroissants.)

[Outer factor for true slope ; inner factor for a slope deduced from uncorrected echo soundings.]

[Facteur extérieur pour une pente vraie ; facteur intérieur pour une pente déduite de sondages par le son non corrigés.]

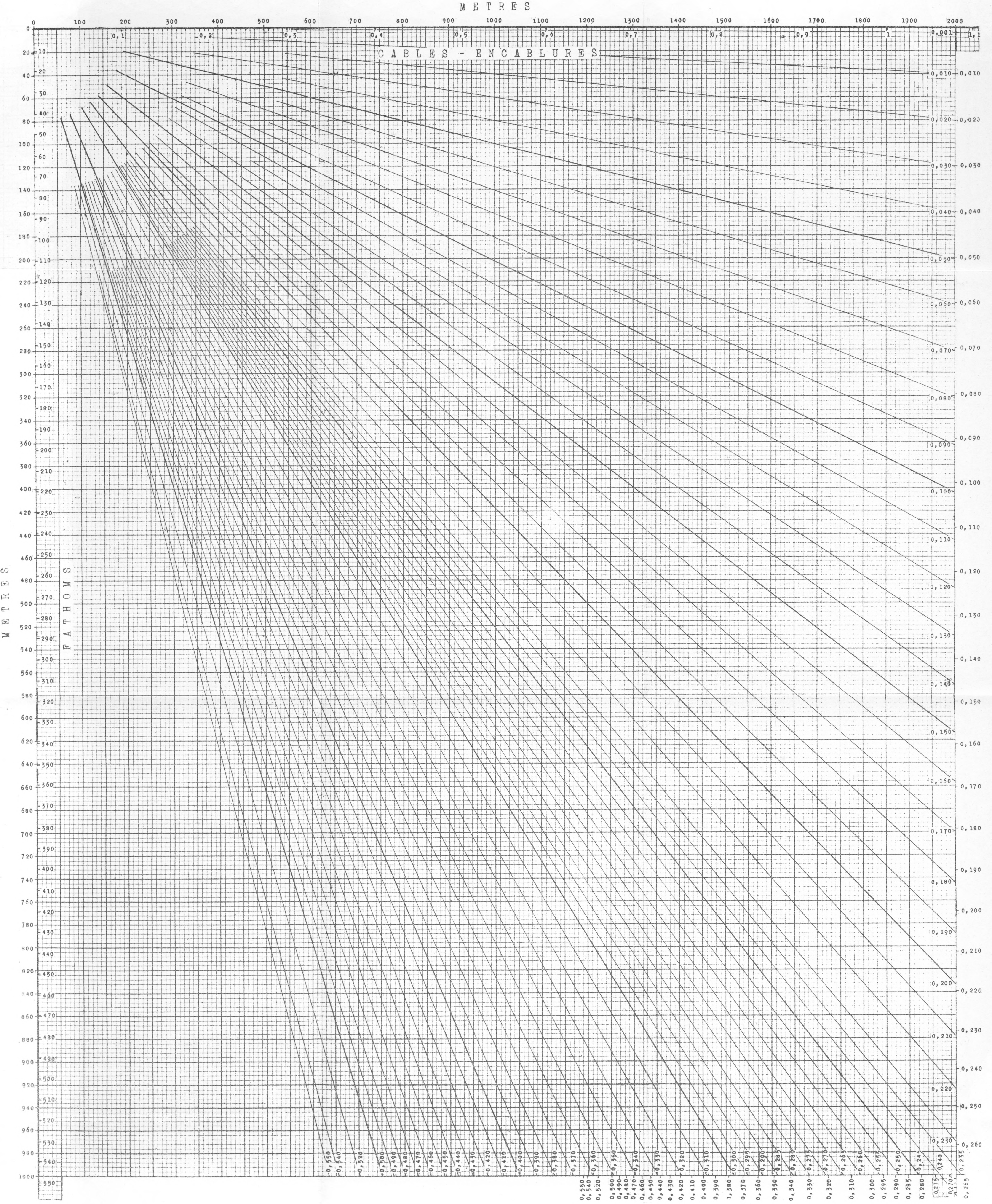


DIAGRAM N° 3. (3rd method :)

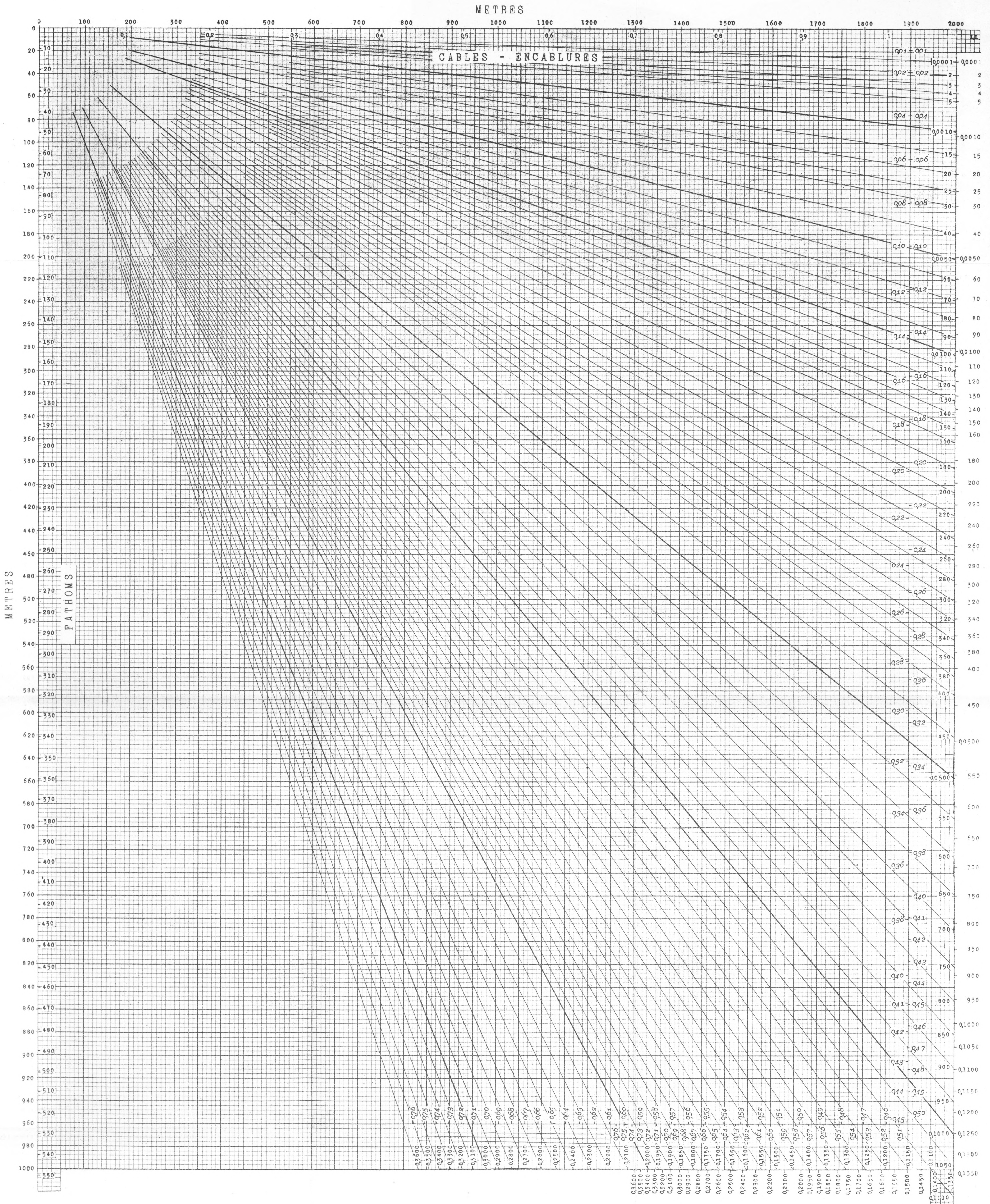
- 1°) Outer scale : Factor for obtaining correction to be subtracted from the sounding.
- 2°) Inner scale : Factor for displacing the sounding towards decreasing depths.

[Outer factor of each scale for true slope ; inner factor of each scale for a slope deduced from uncorrected echo soundings.]

ABAUQUE N° 3. (3<sup>me</sup> méthode)

- 1°) Echelle extérieure : Facteur pour correction soustractive de la sonde.
- 2°) Echelle intérieure : Facteur pour déplacer la sonde vers les fonds décroissants.

[Facteur extérieur de chaque échelle pour une pente vraie ; facteur intérieur de chaque échelle pour une pente déduite de sondages par le son non corrigés.]



It would make for convenience to mount the diagrams on a sheet of cardboard and to pass a thread through the point of convergence of the lines of each diagram, to give substance to the line to be followed to obtain the required coefficient.

The frames of these diagrams are  $40 \times 50$  centimetres in dimensions. The inner border of the third diagram is  $38 \times 48$  centimetres. The scales adopted are  $1/2000$  for the difference in depth of contour lines and  $1/5000$  for their distance apart.

The numerical tables given herewith enable them to be constructed afresh.

