

VARIATION DU COMPAS A LA MER

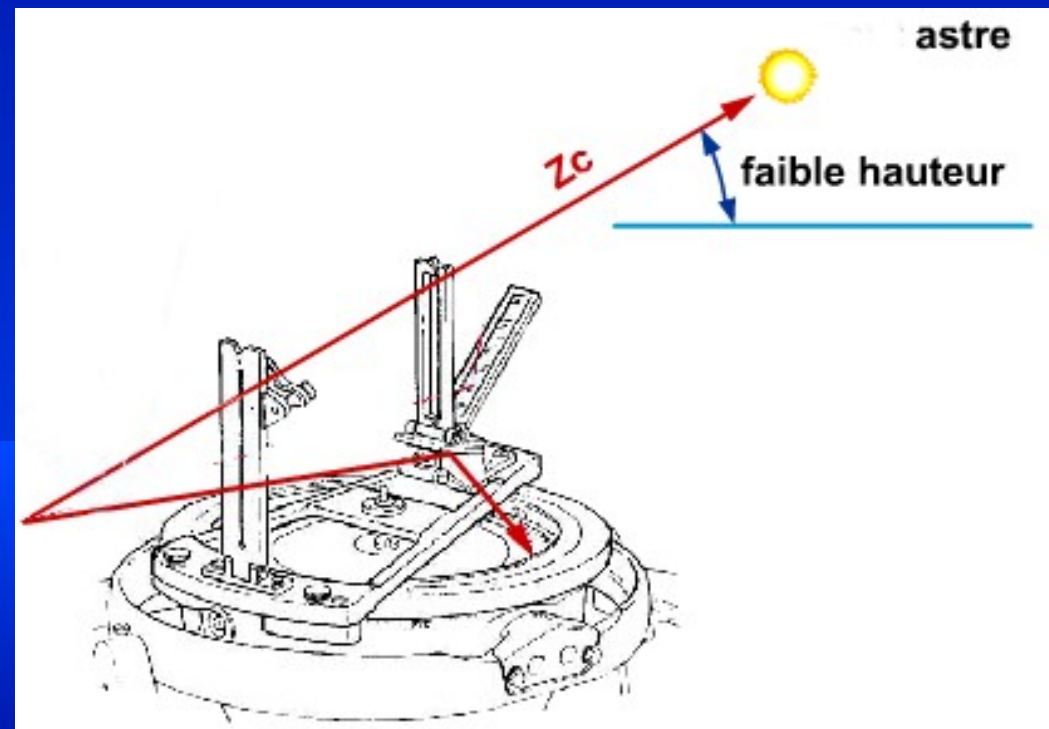
Introduction – variation à la mer

Principe

- 1- Relever le Z_c d'un astre Z_c avec le compas ou le gyrocompas
- 2- Déterminer $Z_v \# Z_e$ à partir des éphémérides nautiques
- 3- $W = Z_v - Z_c$

3 méthodes :

- Variation par l'heure
- Variation à vue au coucher/lever du Soleil
- Variation à vue par la polaire



1- La variation par l'heure

2- Variation au lever ou au coucher

3- Variation par la polaire

- 1 -

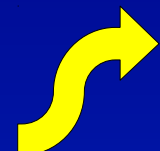
LA VARIATION PAR L'HEURE

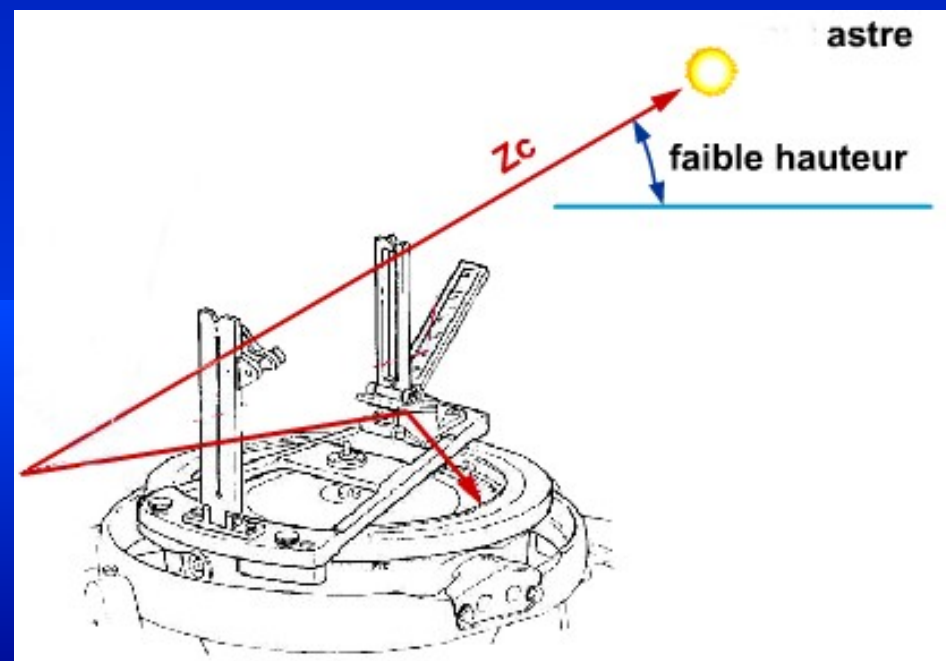
1- Variation du compas par l'heure

Principe (1/2)

En pratique :

- Identifier un astre de faible hauteur
- Relever l'astre Z_c à l'heure T_{cf}/T_{cp} (**précision : minute**)
- Déterminer la position estimée ϕ_e/Ge à T_{cf}/T_{cp}
- Déterminer les coordonnées horaires locales de l'astre et l'angle au pôle
- Calculer l'azimut vrai avec les formules
- En déduire $Z_e = Z_v$ puis $W = Z_v - Z_c$

 Pourquoi ?



1- Variation du compas par l'heure

Le principe (2/2)

Données initiales

Position estimée
 φ_e / Ge à Tcf

On observe un astre
au relèvement Zc

Formule utilisées

$$T_{cp} = T_{cf} + f$$

$$\tan Az_e = \frac{\sin Pe}{\tan D \cdot \cos \phi_e - \cos P_e \cdot \sin \phi_e}$$

Astre à l' Ouest $\equiv 0 < AHag < 180^\circ$

$$\rightarrow Pe = AHag$$

$$\rightarrow Ze = 360^\circ - AHag$$

Astre à l' Est $\equiv 180^\circ < AHag < 360^\circ$

$$\rightarrow Pe = 360^\circ - AHag$$

$$\rightarrow Ze = AHag$$

1 - Déterminer l'heure T_{cp}

2 - Déterminer les coordonnées horaires locales de l'astre (AHag/D)

3- En déduire Pe

4- Calculer Aze et en déduire Ze

5 Calculer W

1- Variation du compas par l'heure

Exercice 1.1 - variation par l'heure (astres errant)

Exercice 1.1 : astre errant

*The 27th of august at TZ= 15:35, you get the Sun at 304° psc.
At this time, your estimated position is $\varphi_e = 46^{\circ}36'S$ / $Ge = 057^{\circ}03'W$.*

*Le 27/08 à Tcf = 15h35 min, on relève le Soleil à $Zc = 304^{\circ}$.
A cet instant, votre position estimée est $\varphi_e = 46^{\circ}36'S$ / $Ge = 057^{\circ}03'W$.*

Utiliser les éléments de calculs (éphémérides) pour la résolution

1- Variation du compas par l'heure

Exercice 1.1 - variation par l'heure (astres errant)

*The 27th of august at TZ= 15:35, you get the Sun at 304° psc.
At this time, your estimated position is $\varphi_e = 46^{\circ}36'S$ / $Ge = 057^{\circ}03'W$.*

27 août

Heure U.T.	Soleil		Lune			Vénus		Point vernal
	AHvo	D	AHao	D	π	AHao	D	AHso
00 h	179°33,5'	N 10°17,7'	358°46,9'	S 11°58,2'	57,2'	192°02,1'	N 05°54,9'	334°47,3'
01	194°33,7'	N 10°16,8'	13°16,7'	S 11°48,8'	57,3'	207°05,8'	N 05°55,4'	349°49,7'
02	209°33,9'	N 10°16,0'	27°46,6'	S 11°39,3'	57,3'	222°09,6'	N 05°55,8'	4°52,2'
03	224°34,1'	N 10°15,1'	42°16,4'	S 11°29,7'	57,3'	237°13,3'	N 05°56,3'	19°54,6'
04	239°34,2'	N 10°14,2'	56°46,3'	S 11°20,1'	57,3'	252°17,0'	N 05°56,8'	34°57,1'
05	254°34,4'	N 10°13,4'	71°16,1'	S 11°10,3'	57,4'	267°20,8'	N 05°57,2'	49°59,6'
06	269°34,6'	N 10°12,5'	85°46,0'	S 11°00,6'	57,4'	282°24,5'	N 05°57,7'	65°02,0'
07	284°34,8'	N 10°11,6'	100°15,9'	S 10°50,7'	57,4'	297°28,2'	N 05°58,2'	80°04,5'
08	299°35,0'	N 10°10,7'	114°45,8'	S 10°40,8'	57,4'	312°31,9'	N 05°58,6'	95°07,0'
09	314°35,1'	N 10°09,9'	129°15,7'	S 10°30,8'	57,5'	327°35,6'	N 05°59,1'	110°09,4'
10	329°35,3'	N 10°09,0'	143°45,6'	S 10°20,8'	57,5'	342°39,3'	N 05°59,6'	125°11,9'
11	344°35,5'	N 10°08,1'	158°15,5'	S 10°10,7'	57,5'	357°43,1'	N 06°00,0'	140°14,4'
12	359°35,7'	N 10°07,2'	172°45,5'	S 10°00,5'	57,5'	12°46,8'	N 06°00,5'	155°16,8'
13	14°35,9'	N 10°06,4'	187°15,4'	S 09°50,3'	57,6'	27°50,5'	N 06°01,0'	170°19,3'
14	29°36,0'	N 10°05,5'	201°45,4'	S 09°40,0'	57,6'	42°54,2'	N 06°01,4'	185°21,7'
15	44°36,2'	N 10°04,6'	216°15,3'	S 09°29,7'	57,6'	57°57,9'	N 06°01,9'	200°24,2'
16	59°36,4'	N 10°03,7'	230°45,3'	S 09°19,3'	57,6'	73°01,6'	N 06°02,4'	215°26,7'
17	74°36,6'	N 10°02,9'	245°15,3'	S 09°08,8'	57,6'	88°05,2'	N 06°02,9'	230°29,1'
18	89°36,8'	N 10°02,0'	259°45,2'	S 08°58,3'	57,7'	103°08,9'	N 06°03,3'	245°31,6'
19	104°36,9'	N 10°01,1'	274°15,2'	S 08°47,7'	57,7'	118°12,6'	N 06°03,8'	260°34,1'
20	119°37,1'	N 10°00,2'	288°45,2'	S 08°37,1'	57,7'	133°16,3'	N 06°04,3'	275°36,5'
21	134°37,3'	N 09°59,4'	303°15,2'	S 08°26,4'	57,7'	148°20,0'	N 06°04,8'	290°39,0'
22	149°37,5'	N 09°58,5'	317°45,2'	S 08°15,7'	57,8'	163°23,7'	N 06°05,2'	305°41,5'
23	164°37,7'	N 09°57,6'	332°15,2'	S 08°04,9'	57,8'	178°27,3'	N 06°05,7'	320°43,9'
24	179°37,9'	N 09°56,7'	346°45,3'	S 07°54,1'	57,8'	193°31,0'	N 06°06,2'	335°46,4'
Tcp pass	12h 01min 37s		00h 05,1min			11h 09,1min		01h 41min

1- Variation du compas par l'heure

Correction exercice 1- variation par l'heure (astres errant)

1 - Déterminer l'heure Tcf

le 27/08 à Tcf = 15h35min, on relève le **soleil** Zc = 304

$$\text{Tcf} = 15\text{h}35'$$

$$+ \text{N}^\circ = +4\text{h}$$

$$\text{TU} = 19\text{h}35'$$

$$\begin{cases} \varphi_E = 46^\circ 36' \text{S} \\ G_E = 057^\circ 03' \text{W} \end{cases}$$

2 - Déterminer coord. horaires

$$\text{AH}_{V0} = 104^\circ 36,9'$$

$$+ \Delta \text{AH} = 8^\circ 45,1'$$

$$\text{AH}_{VP} = 113^\circ 22,0'$$

$$- G_E = 057^\circ 03,0'$$

$$\text{AH}_{VG} = 56^\circ 19,0'$$

$$D_0 = 10^\circ 01,1'$$

$$+ \Delta D = - 0^\circ 00,5'$$

$$D = 10^\circ 00,6'$$

3 - En déduire Pe

$$P_E = \text{AH}_{VG} \text{ si } \text{AH}_{VG} \leq 180^\circ$$

$$P_E = 56,32^\circ$$

4- Calculer Aze et en déduire Ze

$$\text{Az} = \text{Arctan} \left(\frac{\sin P_E}{\tan D \cdot \cos \varphi_E - \sin \varphi_E \cdot \cos P_E} \right)$$

$$\text{Az} = 057,789^\circ$$

$$Z = 360^\circ - \text{Az} \text{ si } 0^\circ < \text{AH}_{VG} < 180^\circ; \text{astre à l'ouest}$$

$$Z = 360^\circ - 57,789^\circ = 302,2^\circ$$

$$\text{Zv} = 302^\circ$$

$$\text{Zv} = 302^\circ$$

$$- \text{Zc} = 304^\circ$$

$$\text{W}_{\text{gyro}} = - 2^\circ$$

4- En déduire W

1- Variation du compas par l'heure

Exercice 1.2 - variation par l'heure (astre fixe)

Exercice 1.2 : astre fixe

*The 3th of September at TZ= 18:17, you get the star Arcturus at 272° psc.
At this time, your estimated position is $\varphi_e = 25^\circ 42'N$ / $Ge = 136^\circ 21' E$.*

*Le 03/09 à Tcf = 18h17 min, on relève Arcturus à $Zc = 272^\circ$.
A cet instant, votre position estimée est $\varphi_e = 25^\circ 42'N$ / $Ge = 136^\circ 21' E$.*

Utiliser les éléments de calculs (éphémérides) pour la résolution

1- Variation du compas par l'heure

Correction exercice 2- variation par l'heure (astre fixe)

1 - Déterminer l'heure T_{cp}

2 - Déterminer coord. horaires

3 - En déduire P_E

4- Calculer Aze et en déduire Z_e

4- En déduire W

le 03/09 à T_{cf} = 18h17min, on relève Arcturus Z_c = 272°

$$T_{cf} = 18h17'$$

$$+ N^{\circ} = - 9h$$

$$TU = 09h17'$$

$$AH_{S0} = 117^{\circ}03,4'$$

$$+ \Delta AH = 4^{\circ}15,7'$$

$$AH_{SP} = 121^{\circ}19,1'$$

$$- G_E = - 136^{\circ}21,0'$$

$$AH_{SG} = 257^{\circ}40,1'$$

$$+ AV_A = 146^{\circ}05,7'$$

$$AH_{AG} = 043^{\circ}45,8'$$

$$P_E = AH_{AG} \text{ si } AH_{AG} \leq 180^{\circ}$$

$$P_E = 43,763^{\circ}$$

$$Az = \arctan \left(\frac{\sin P_E}{\tan D \cdot \cos \varphi_E - \sin \varphi_E \cdot \cos P_E} \right) = 89,965^{\circ}$$

$$Z = 360^{\circ} - Az \text{ si } 0^{\circ} < AH_{AG} < 180^{\circ}$$

$$Z = 360^{\circ} - 89,965^{\circ} = 270^{\circ}$$

$$Z_v = 270^{\circ}$$

$$Z_v = 270^{\circ}$$

$$- Z_c = 272^{\circ}$$

$$W_{gyro} = - 2^{\circ}$$

1- Variation par l'heure

2- Variation au lever ou au coucher

3- Variation par la polaire

- 2 -

***LA VARIATION
AU COUCHER / LEVER
DU SOLEIL***

2- Variation au coucher/lever du Soleil

Principe

1. Déterminer l'heure de lever/coucher du Soleil en ϕ_e / G_e

- les éphémérides donnent l'heure T_{cg} et l'azimut du coucher/lever du Soleil à une latitude donnée. On prend la latitude la + proche de ϕ_e
- $T_{cp} = T_{cg} + G_e/15$
- $T_{cf} = T_{cp} - f$
-

2. Mesurer le relevement Z_c du soleil au T_{cp}/T_{cf}

3. Déterminer l'azimut du Soleil au coucher/lever vrai du Soleil

- au lever/coucher du bord inférieur $H_v = -0,5^\circ$
- au lever/coucher du bord supérieur $H_v = -1^\circ$
- On détermine D dans éphémérides

$$\cos Az_e = \frac{\sin D - \sin H_v \cdot \sin \phi_e}{\cos H_v \cdot \cos \phi_e}$$

4. En déduire le relèvement estimé

- Au lever, Soleil à l'Est $\Rightarrow Z_e = Aze$
- Au coucher, Soleil à l'Ouest $\Rightarrow Z_e = 360^\circ - Aze$

5. En déduire la variation W $Z_v = Z_e$ / $W = Z_v - Z_c$

2- Variation au lever ou coucher

Exercice 2.1

Exercice 2.

Le 28 août à la position estimée $\varphi_e = 27^\circ 35' \text{ N}$ et $G_E = 151^\circ 42' \text{ W}$, on a relevé le Soleil au moment du coucher apparent du bord supérieur et obtenu $Z_c = 282,5^\circ$.

Utiliser les éléments de calculs (éphémérides) pour la résolution

2- Variation au lever ou coucher

Exercice 2.1

Levers et couchers du Soleil

LATI- TUDE	27 août			28 août			29 août			30 août		
	Début de l'aube (h. min)	Lever (h. min)	Z	Coucher (h. min)	Z	Fin du crépus (h. min)	Début de l'aube (h. min)	Lever (h. min)	Z	Coucher (h. min)	Z	Fin du crépus (h. min)
70°N	02 26	03 51	056°	20 04	302°	21 25	02 39	04 00	058°	19 54	299°	21 12
66°N	03 14	04 17	062°	19 40	296°	20 41	03 23	04 24	064°	19 32	294°	20 32
62°N	03 44	04 35	066°	19 24	292°	20 13	03 50	04 40	067°	19 17	291°	20 06
58°N	04 05	04 48	069°	19 11	290°	19 54	04 09	04 52	070°	19 06	288°	19 48
56°N	04 13	04 53	070°	19 06	288°	19 46	04 17	04 57	071°	19 01	287°	19 41
54°N	04 20	04 58	071°	19 01	288°	19 39	04 24	05 02	072°	18 57	286°	19 34
52°N	04 27	05 03	072°	18 57	287°	19 33	04 30	05 06	073°	18 53	285°	19 28
50°N	04 32	05 07	073°	18 53	286°	19 28	04 36	05 10	074°	18 49	285°	19 23
45°N	04 44	05 15	074°	18 45	284°	19 16	04 47	05 18	075°	18 42	283°	19 12
40°N	04 54	05 22	076°	18 39	283°	19 07	04 56	05 24	076°	18 35	282°	19 03
35°N	05 02	05 29	077°	18 33	282°	18 59	05 04	05 30	077°	18 30	281°	18 56
30°N	05 09	05 34	077°	18 28	281°	18 52	05 10	05 35	078°	18 25	280°	18 50
20°N	05 21	05 43	078°	18 19	280°	18 42	05 21	05 44	079°	18 17	279°	18 40
10°N	05 30	05 51	079°	18 12	280°	18 33	05 30	05 51	080°	18 10	279°	18 32
0°	05 37	05 58	079°	18 05	279°	18 26	05 37	05 58	080°	18 04	278°	18 25
10°S	05 44	06 06	079°	17 58	279°	18 19	05 43	06 04	080°	17 58	278°	18 19
20°S	05 51	06 13	079°	17 51	279°	18 13	05 49	06 11	080°	17 51	279°	18 13
30°S	05 57	06 22	078°	17 43	280°	18 07	05 55	06 19	079°	17 44	279°	18 08
35°S	06 01	06 27	077°	17 38	281°	18 04	05 58	06 24	078°	17 39	280°	18 05
40°S	06 05	06 32	077°	17 33	281°	18 00	06 02	06 29	078°	17 35	280°	18 02
45°S	06 09	06 38	076°	17 27	282°	17 57	06 05	06 35	077°	17 29	281°	17 59
50°S	06 13	06 46	074°	17 20	283°	17 52	06 09	06 42	075°	17 23	282°	17 55
52°S	06 15	06 49	074°	17 16	284°	17 51	06 11	06 45	075°	17 20	283°	17 54
54°S	06 17	06 53	073°	17 13	285°	17 49	06 13	06 48	074°	17 16	284°	17 52
56°S	06 19	06 57	072°	17 09	286°	17 47	06 15	06 52	073°	17 13	284°	17 50

2- Variation au lever ou coucher

Exercice 2.1 - correction

1. Déterminer l'heure de lever/coucher du Soleil en ϕ_e / Ge

$$T_{cg} = 18h26$$

$$T_{cp} = 18h26 + 10h07 = 04h 33 \text{ min le } 27/08$$

2. Mesurer le relevement Z_c du soleil au T_{cp}/T_{cf}

$$Z_c = 282.5^\circ$$

3. Déterminer l'azimut du Soleil au coucher/lever vrai du Soleil

$$D = 09^\circ 31,3' N$$

$$Aze = 78,7^\circ$$

4. En déduire le relèvement estimé

$$\text{Au coucher, Soleil à l'Ouest} \Rightarrow Ze = 360^\circ - Aze = 281,5^\circ$$

5. En déduire la variation W $Z_v = Ze$ / $W = Z_v - Z_c = -1^\circ$



1- Variation par l'heure

2- Variation au lever ou au coucher

3- Variation par la polaire

- 3 -

LA VARIATION PAR LA POLAIRE

3- Variation du compas par la polaire

Principe

$$\varphi_{\text{polaire}} \# \varphi_{\text{observateur}}$$

En pratique :

1. Relever la polaire : Z_c et noter l'heure T_{cp} et la position estimée
2. Déterminer A_{hsg}
3. Déterminer Z_v à partir du tableau des azimuts de la polaire

2- Variation au lever ou coucher

Exercice 3.1

Exercice 3.1

A Tcf = 22h 25min, on relève la polaire à $Z_c = 001^\circ$ à la position
 $\varphi_e = 41^\circ 31,0'N$ $Ge = 112^\circ 20,0'W$.

Utiliser les éléments de calculs (éphémérides) pour la résolution

2- Variation au lever ou coucher

Exercice 3.1 - correction

A Tcf = 22h 25min, on relève la polaire à $Z_c = 001^\circ$ à la position $\varphi_e = 41^\circ 31,0'N$ $G_e = 112^\circ 20,0'W$.

A Tcf = 22h25min, on relève la Polaire $Z_c = 001^\circ$

$$\begin{array}{l} \text{Tcf} = 22\text{h}25' \\ + N^\circ = +7\text{h} \end{array} \quad \left\{ \begin{array}{l} \varphi_E = 41^\circ 31,0'N \\ G_E = 112^\circ 20,0'W \end{array} \right.$$

TU = 05h25' le lendemain

$$\begin{array}{l} \text{AH}_{S0} = 286^\circ 16,9' \\ + \Delta \text{AH} = 06^\circ 16,0' \\ \hline \text{AH}_{SP} = 292^\circ 32,9' \\ - G_E = 112^\circ 20,0' \\ \hline \text{AH}_{SG} = 180^\circ 12,9' \\ \Rightarrow Z_v = 359,4^\circ \end{array}$$

$$\begin{array}{l} Z_v = 359,5^\circ \\ - Z_c = 001,0^\circ \\ \hline W_{\text{gyro}} = -1,5^\circ \end{array}$$

Table des azimuts de la Polaire

Angle horaire sidéral local AHsg	Latitude Nord								Angle horaire local approché AHag
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	65°	
0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1	321
20	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	341
40	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	360,0	1
60	359,7	359,7	359,7	359,7	359,7	359,6	359,5	359,4	21
80	359,5	359,5	359,5	359,5	359,4	359,3	359,0	358,9	41
100	359,4	359,4	359,3	359,3	359,2	359,0	358,7	358,5	61
120	359,3	359,3	359,2	359,2	359,1	358,9	358,6	358,3	81
140	359,3	359,3	359,2	359,2	359,1	358,9	358,6	358,3	101
160	359,4	359,4	359,3	359,3	359,2	359,0	358,8	358,5	121
180	359,5	359,5	359,5	359,5	359,4	359,3	359,1	358,9	141