

COMPAS MAGNETIQUE

REGULATION DES COMPAS (1)

Nota : les nombres entre parenthèses renvoient aux diapos correspondantes - voir document en .ppt

1 – LE CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE

La Terre génère un champ magnétique. (2)

Elle peut être considérée comme un aimant bi-polaire, avec un axe Nm (Nord magnétique) / Sm (Sud magnétique).

Cet axe n'est pas fixe et donc les pôles Nm et Sm se déplacent.

Ils sont situés dans les environs des Pôles N et S géographiques. (3)

2 – DÉCLINAISON et INCLINAISON (4)

En tout point de la surface terrestre, le champ H est défini par sa direction, son sens et son intensité.

Une aiguille aimantée s'oriente dans le sens de H

H se décompose en :

- H1, composante horizontale dirigée vers le Nm
- H2, composante verticale

A l'équateur, $H_2 = 0$. Le champ H est horizontal, et l'aiguille est horizontale

Au pôle, $H_1 = 0$. Le champ H est vertical et l'aiguille n'est donc pas utilisable.

Dans un plan horizontal, l'angle entre la direction du Nm et celle de H1 (Nm) est la DECLINAISON D.

Dans un plan vertical, l'angle entre H1 (Nm) et H est l'INCLINAISON i.

Le compas magnétique utilise ces propriétés.

Seule la composante horizontale H1 est utilisée, car on annulera i par un contrepoids sur l'aiguille et/ou par la flottaison.

Connaissant D, on aura la direction du Nv, celle qui intéresse le navigateur.

En Cap, on aura cette direction (le Cap Vrai) par la formule :

$$Cv = Cm + D.$$

Le Cm (Cap magnétique) étant celui donné par l'aiguille aimantée (en absence d'éléments perturbants - voir plus loin en 4 - Les Angles).

CONNAÎTRE LA DÉCLINAISON

Consulter la carte des lignes d'égales déclinaisons (5)

D varie selon le lieu et le temps. Elle est indiquée sur les cartes marines par une rose des vents, avec sa variation annuelle. (6)

On la compte (+) si elle est Est et (-) si elle est Ouest.

Exercice : Quelle est la Déclinaison en ce lieu en 2016 ?

En France, le Centre de mesures du magnétisme terrestre se trouve à Ingrannes, en forêt d'Orléans. (7)

3 – LE COMPAS MAGNÉTIQUE (8)

L'élément sensible n'est pas une aiguille mais un train d'aiguilles parallèles, (EQUIPAGE MAGNÉTIQUE) solidaires d'un disque gradué de 0 à 360 degrés appelée ROSE (des vents).

Ces aiguilles sont en nombre égal, disposées symétriquement par rapport à l'axe 0 / 360 (9)

L'ensemble est placé dans une CUVETTE et repose par son centre sur un pivot vertical dans un bain d'eau et d'alcool destiné à amortir les mouvements violents et réduire la pression sur le pivot grâce à un flotteur.

(Pendant des siècles, le compas magnétique a été un compas sec, formé d'une aiguille et d'une rose dans un boîtier).

Cette cuvette est ensuite suspendue A LA CARDAN dans un HABITACLE.

La rose peut être plane, (lecture verticale) (10) ou en couronne, (avec lecture frontale ou double lecture). (11 et 12)

4 – LES ANGLES (13)

Sur un navire, le Nord indiqué par le compas n'est ni le Nord vrai N_v , ni le Nord magnétique N_m mais le NORD COMPAS N_c .

Ceci en raison des masses métalliques et / ou courants électriques qui créent des champs perturbants et donc dévient l'axe du compas de la direction du N_m .

Sur nos voiliers en plastique, ces perturbations sont réduites voire négligeables.

N_c et N_m peuvent être confondus et donc seule la Déclinaison D est à considérer pour corriger le Cap et obtenir le C_v avec la formule précédente.

Dans le cas contraire (sur tous les bateaux en acier), les directions de N_c et N_m diffèrent d'un angle d appelé DÉVIATION (du Compas).

Cette déviation d dépend du cap du bateau et varie avec le temps ou les modifications de structure du bateau.

En Cap, on aura les formules : (14 et 15)

$$C_m = C_c + d$$

$$C_v = C_m + D$$

$$\text{donc } C_v = C_c + d + D$$

La quantité $d + D$ est appelée la VARIATION (du Compas), soit W .

D'où la dernière formule :

$$C_v = C_c + W$$

Les mêmes formules s'appliquent pour les Relèvements, il suffit de remplacer C par Z . (16)

5 – CONNAÎTRE LA DÉVIATION : RÉGULATION DU COMPAS (17)

La REGULATION est l'opération permettant de connaître la Déviation d à tous les Caps.

On procède à des mesures en variant les Caps de 45 en 45 degrés. Puis on trace la COURBE DE DEVIATIONS.

PRINCIPE :

Connaissant la Position du bateau, et donc la Déclinaison D en ce lieu, on choisit un Amer remarquable assez lointain, dont on connaît donc le Relèvement Vrai Z_v et donc le Relèvement Magnétique Z_m avec

$$Z_m = Z_v - D.$$

On fait varier le Cap du bateau de 45 en 45 degrés et à chaque nouveau Cap on relève l'Amer au Compas.

On a ainsi les différents Relèvements Compas Z_c de cet Amer.

Pour chaque mesure, sachant que

$$Z_m = Z_c + d$$

On aura donc

$$d = Z_m - Z_c$$

PRATIQUE :

Il faut se mettre sur coffre ou au mouillage dans un lieu abrité, et se positionner successivement aux Caps compas 000, 045, 090 etc...ou aux environs de ces Caps, le temps de prendre les Relèvements Compas Zc correspondants à l'aide de l'ALIDADE du Compas. (18)

Comme nos bateaux n'ont généralement pas la possibilité d'avoir une alidade, on peut utiliser :

- un compas portatif à alidade, (19)
- voire le compas de relèvement du bord,
- voire le compas intégré dans une paire de jumelles

On se place bien dans l'axe du bateau et avant chaque mesure, il faudra comparer les Caps Compas indiqués par les 2 compas, et tenir compte de leur différence s'il y en a une.

L'erreur que l'on peut commettre avec cette méthode peut être considérée comme négligeable.

UTILISATION D'UN ALIGNEMENT (20)

On pourra aussi couper à petite vitesse un Alignement (Z_v donc Z_m connus) successivement sous les différents Caps compas 000, 045, 090 etc..., et le relever au compas, d'où les différents Z_c .

Par la suite, en navigation, chaque fois que l'on est en route sur un Alignement Z_v , ne pas hésiter à relever le Cap Compas correspondant (qui est aussi le Z_c) et en déduire la Déviation d comme ci-dessus. Cela permet de contrôler si notre courbe de déviation est toujours exacte pour ce Cap.

NOTA

Si la Régulation fait apparaître des déviations trop importantes (supérieures à $+ / - 7^\circ$ par exemple), il faudra faire compenser ou reprendre la Compensation du compas, et refaire une autre Régulation.

COMPENSATION : Opération consistant à ramener les déviations du compas à des valeurs aussi faibles que possible, ceci à l'aide d'aimants permanents et de fers doux (selon les bateaux).

Elle est effectuée par un spécialiste, qui pourra aussi se charger de la Régulation.

6 - EXERCICES (21 et suivants)

De notre position fixe, où la Déclinaison est Ouest 5° ($- 5^{\circ}$) un amer lointain a pour Relèvement Vrai $Z_v = 322^{\circ}$ (lu sur la carte).

On relève successivement cet amer au compas :

$C_c = 000$ $Z_c = 326$

$C_c = 045$ $Z_c = 323$

$C_c = 090$ $Z_c = 322$

$C_c = 135$ $Z_c = 324$

$C_c = 180$ $Z_c = 326$

$C_c = 225$ $Z_c = 327$

$C_c = 270$ $Z_c = 331$

$C_c = 315$ $Z_c = 330$

1^o En déduire les Déviations correspondantes et construire la Courbe de Déviations en portant

- en abscisse les Caps Compas
- en ordonnée les Déviations.

2^o On navigue avec ce bateau à un Cap Compas $C_c = 200$ dans une zone où la Déclinaison $D = - 4^{\circ}$
Quel est le Cap Vrai C_v suivi ?

3^o Avec ce même bateau, dans une zone où la Déclinaison $D = + 5^{\circ}$, on veut faire un Cap Vrai $C_v = 100$
Quel Cap Compas C_c faut-il FAIRE VALOIR (appliquer) ?

Corrigé des exercices n^o 1, 2 et 3 en page 10, 11 et 12.

RAPPEL DES FORMULES A CONNAÎTRE

DÉFINITIONS :

D : Déclinaison magnétique

d : Déviation du compas

Cv : Cap Vrai

Cm : Cap Magnétique

Cc : Cap Compas

W : Variation (Erreur du compas)

DÉFINITIONS :

D : Déclinaison magnétique

d : Déviation du compas

Zv : Relèvement Vrai

Zm : Relèvement Magnétique

Zc : Relèvement Compas

W : Variation (Erreur du compas)

FORMULES :

Pour les Caps

$$Cv = Cm + D$$

$$Cm = Cc + d$$

Donc :

$$Cv = (Cc + d) + D$$

$$W = d + D$$

Donc :

$$Cv = Cc + W$$

FORMULES :

Pour les Relèvements

$$Zv = Zm + D$$

$$Zm = Zc + d$$

Donc :

$$Zv = (Zc + d) + D$$

$$W = d + D$$

Donc :

$$Zv = Zc + W$$

CORRIGÉ DE L' EXERCICE N° 1
(Construction de la courbe de déviations)

$$\begin{aligned} Z_v &= 322^\circ \\ Z_m &= Z_c + d \\ C_m &= C_c + d \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D &= -5^\circ \\ \text{d'où :} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_m &= Z_v - D = 327^\circ \\ d &= Z_m - Z_c = 327^\circ - Z_c \end{aligned}$$

Construire d'abord le tableau (colonnes 1. 2 et 3) puis compléter les 3 et 4 :

Cc	Zc	Zm	d	Cm
000	326	327	+ 1	001
045	323	327	+ 4	049
090	322	327	+ 5	095
135	324	327	+ 3	138
180	326	327	+1	181
225	327	327	0	225
270	331	327	-4	266
315	330	327	-3	312
000	326	327	+1	001

Construire d'abord les axes de coordonnées (sur du papier millimétré) :

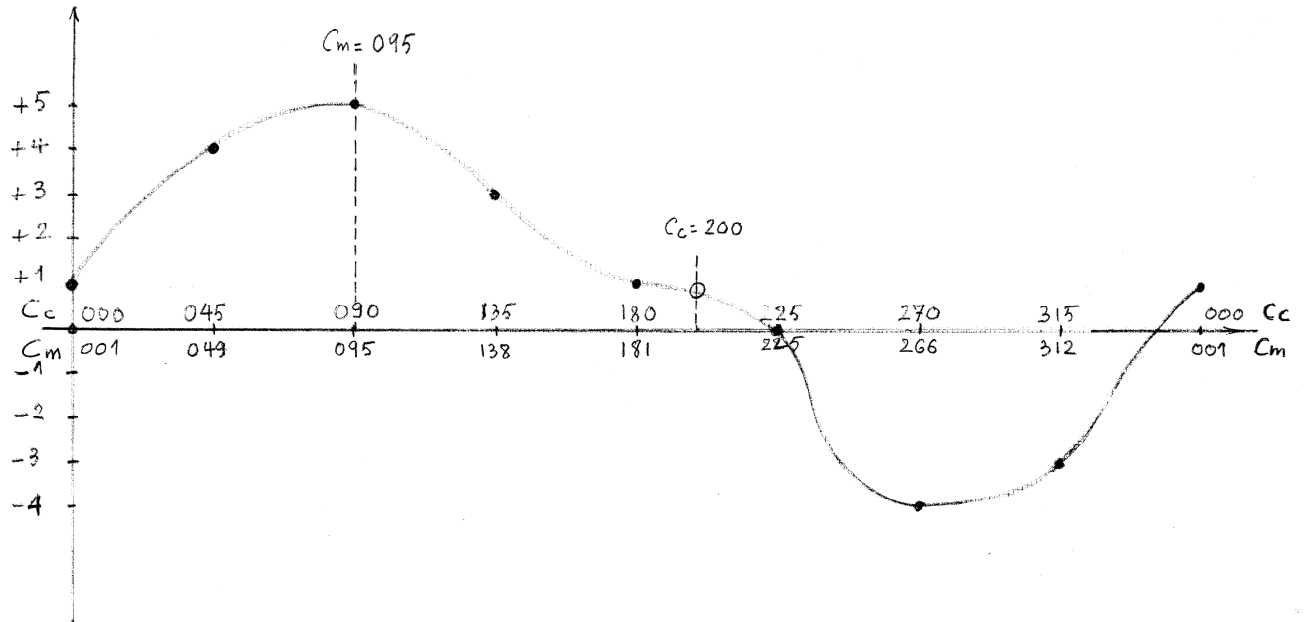
En abscisse (Ligne horizontale à mi-hauteur de la feuille quadrillée) : porter les Cc de 45 en 45°

En ordonnée (Ligne verticale coupant l'abscisse en 000) : porter les déviations d

Relier ensuite les points des déviations par une ligne COURBE (pas par des segments rectilignes)

En abscisse, noter aussi les Cm de la colonne 5 du tableau en regard des Cc correspondants.
(cela vous servira pour l'exercice n° 3).

Voici la Courbe (c'est un scan de l'original sur papier millimétré).



CORRIGÉ DE L'EXERCICE N° 2

$$D = - 4^{\circ} \quad Cc = 200^{\circ}$$

Sur la courbe de déviations, pour $Cc = 200$, on relève une déviation $d = 0,8^{\circ}$, arrondie à $+ 1^{\circ}$.

$$\text{Donc : } W = D + d = - 3^{\circ}$$

$$\text{Et } Cv = Cc + W = 197^{\circ}$$

CORRIGÉ DE L'EXERCICE N° 3

$$D = + 5^{\circ} \quad Cv = 100^{\circ}$$

$$Cm = Cv - D = 095^{\circ}$$

Sur la courbe de déviations, pour $Cm = 095$, on relève une déviation $d = + 5^{\circ}$

$$\text{Donc : } W = D + d = + 10^{\circ}$$

$$\text{Et } Cc = Cv - W = 090^{\circ}$$