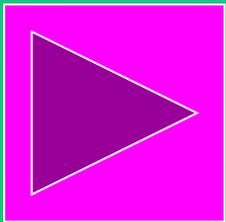


# Du Cap compas à la Route fond

Ou...

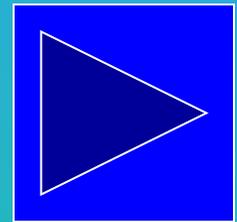
...comment se diriger, sans repère visuel, à l'aide d'un instrument imprécis, dans un environnement instable...

Ou...



Cours  
Pascal

...et si seulement...



Cours Wagnor

## ...et si seulement...

- **Si seulement :**

l'aiguille n'était pas perturbée par les masses métalliques

- **Si seulement :**

elle nous indiquait le nord vrai et pas le nord magnétique

- **Si seulement :**

les bateaux ne dérivait pas sous l'action du vent

- **Si seulement :**

les bateaux ne se déplaçaient pas sur une surface liquide en mouvement

**Alors...**

il suffirait de suivre la direction indiquée par le compas  
et nous ne serions pas ici...

# La boussole

En mer, nous avons besoin de nous diriger alors que nous n'avons pas de repères visuels précis pour déterminer la bonne direction.

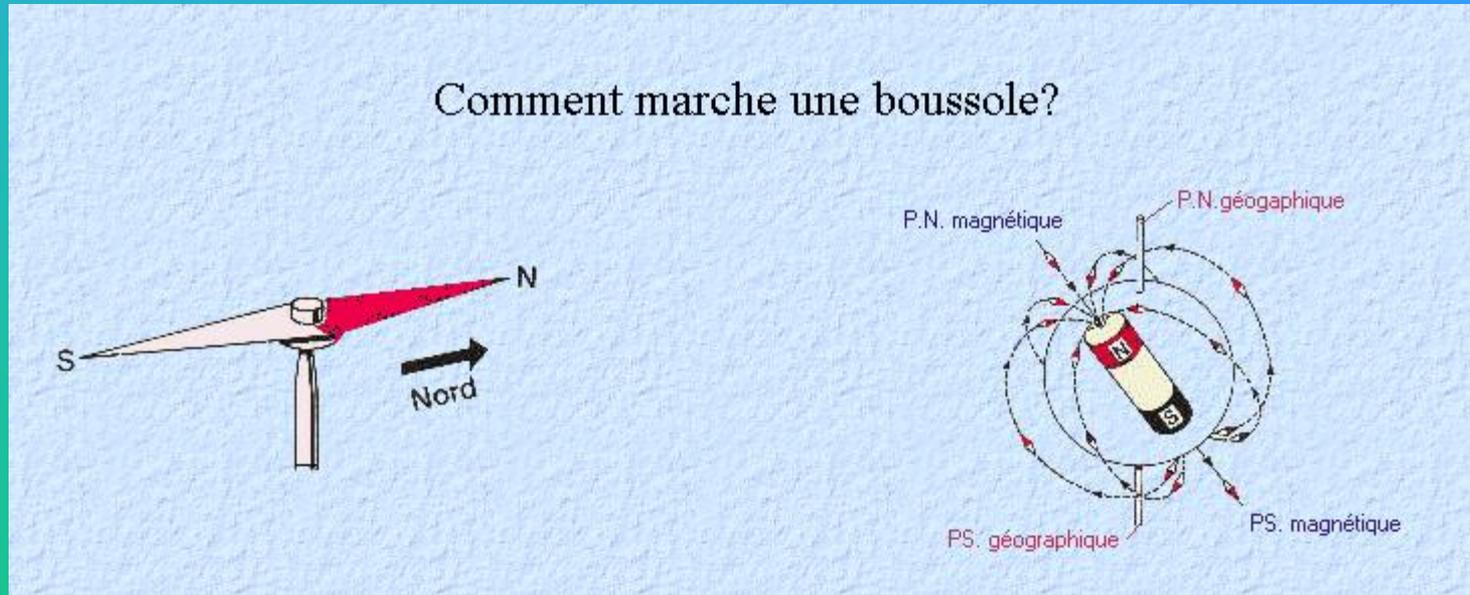
Les chinois ont trouvé la solution au 3<sup>ème</sup> siècle avant J-C.

Ils se servaient déjà de l'aiguille aimantée, mais pour des raisons religieuses ; elle servait à déterminer le Sud. Les marins chinois l'adaptent, vers l'an 1000, à la navigation, afin de pouvoir, sans repère fixe, conserver le cap et de ne pas être le jouet du vent. On commence à la connaître en Europe entre le 10<sup>e</sup> et le 11<sup>e</sup> siècle. Les arabes la perfectionnent en la montant sur un axe, la rendant ainsi moins sensible aux oscillations et plus aisément transportable.



Il semble que le premier compas marin, appelé également rose des vents, ait été réalisé par Flavio Giova, artisan d'Amalfi.

# Comment fonctionne une boussole?



- Tous les aimants ont un pôle Nord et un pôle Sud. Les pôles opposés s'attirent de sorte que le pôle Nord d'un aimant attire le pôle Sud de l'autre aimant.

La terre est un énorme aimant. Si donc un petit aimant peut bouger librement son pôle Sud sera attiré par le pôle Nord de la terre. C'est pourquoi l'aiguille aimantée d'une boussole est toujours orientée selon une ligne Nord - Sud, et permet de s'orienter (avec précision...).

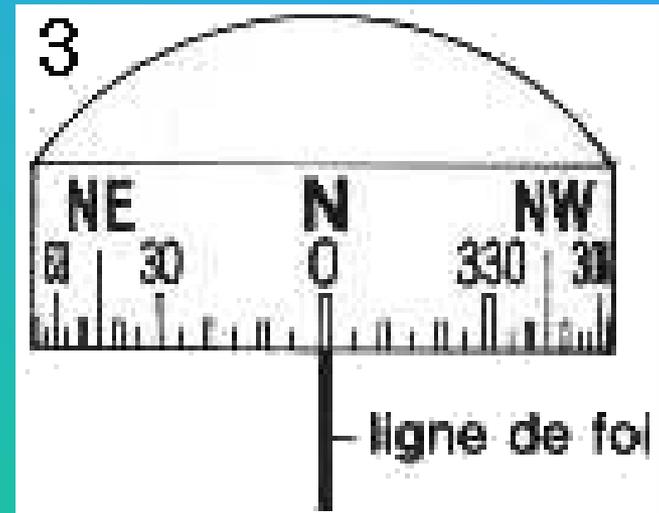
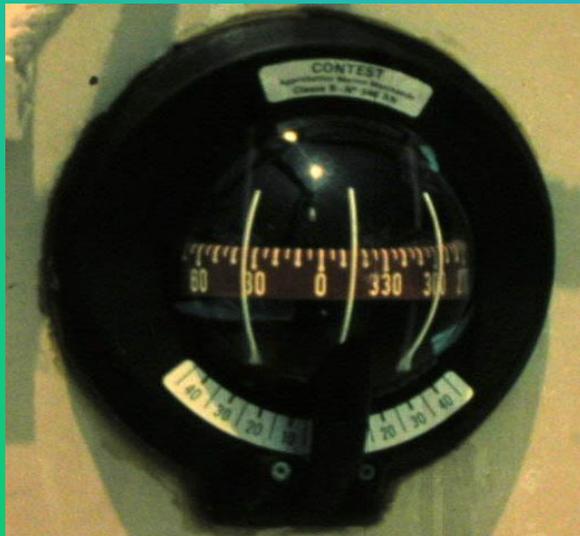
# Boussole ou Compas

## La Boussole :

L'aiguille aimantée (l'extrémité phosphorescente indique le nord) est montée sur un pivot dont les mouvements sont amortis par un liquide visqueux et peu sensible au froid, ce qui fait qu'elle se fixe plus rapidement dans la direction du Nord. On a ainsi une lecture plus rapide et plus précise.

## Le Compas :

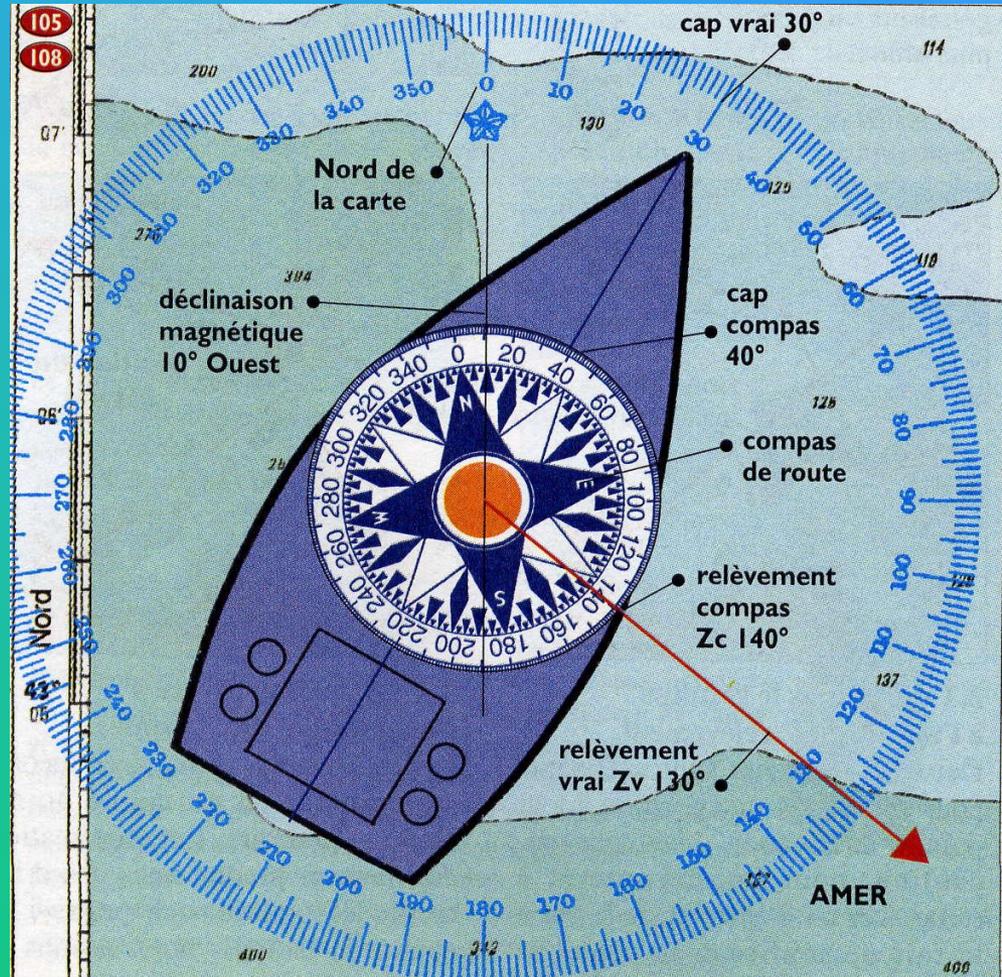
Il se compose d'une rose des vents graduée de 0 à 360°, solidaire de l'aiguille aimantée. Un index fixé à l'intérieur du boîtier, dénommé aussi "ligne de foi" est placé de telle sorte qu'une ligne passant par le centre de la rose et la ligne de foi indique la direction vers laquelle on se dirige.



Pour s'orienter dans une direction quelconque, il suffit de faire pivoter la ligne de foi (donc le bateau en se qui nous concerne) autour de la rose jusqu'au cap choisi. Dans ce cas, il s'agit du cap au compas (symbole Cc), il permet de suivre une direction.

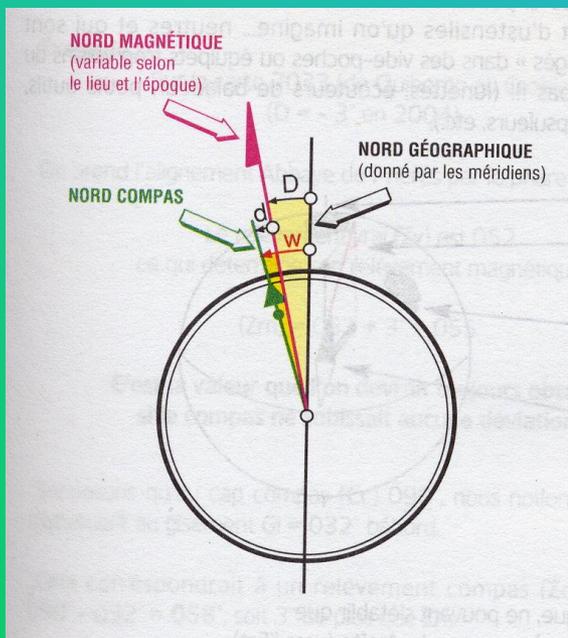
Mais, voilà ce que nous voyons sur le compas à bord .

**Le compas nous indique un cap au 40, alors qu'en réalité nous marchons au 30...**

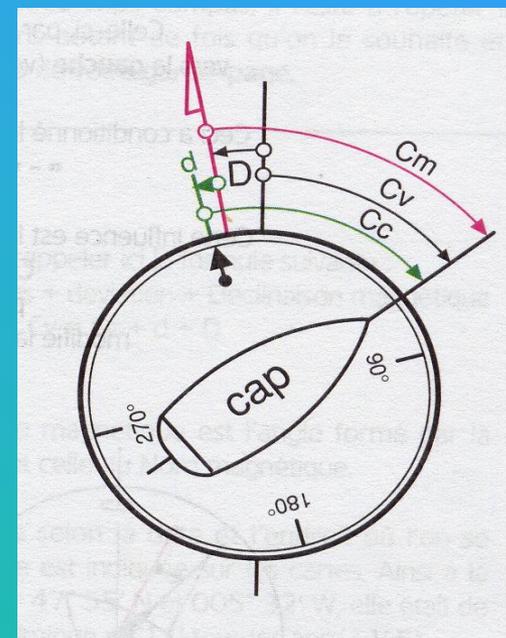


# De la déclinaison à la déviation, en passant par la variation...

Les pièges malicieux que nous réserve le compas de route constituent l'une des causes d'erreur les plus fréquentes en navigation.



**Il n'est pas toujours facile de passer du cap Compas au Cap Vrai, sans oublier de passer par le Cap Magnétique**



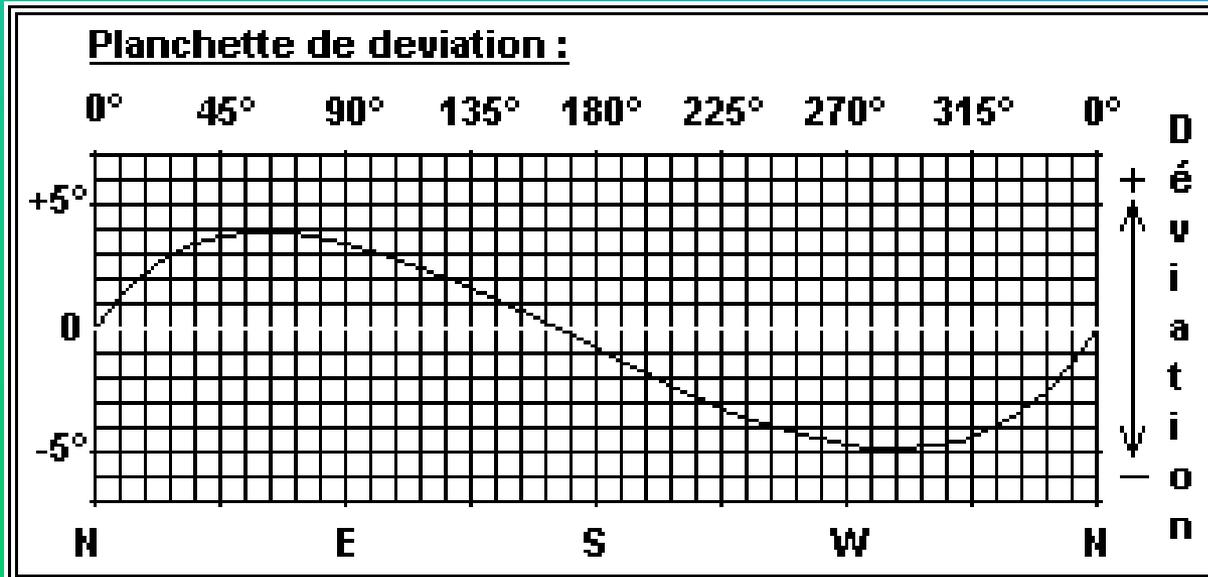
## I / Si seulement : l'aiguille n'était pas perturbée par les masses métalliques

la déviation magnétique, **(d)**

causée par des forces magnétiques propres à chaque bateau. Lorsque cette erreur est inférieure à 7-8°, il faut dresser une courbe de régulation qui permet de connaître cette erreur à tous les caps. Si l'erreur est trop grande il faut compenser le compas. On y parvient en annulant les champs perturbateurs à l'aide des différents systèmes de compensation.

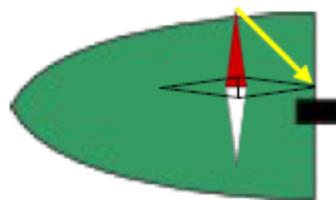
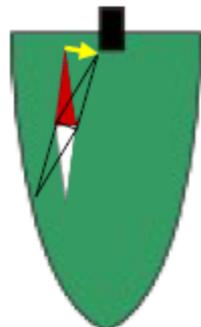
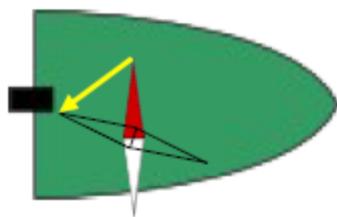
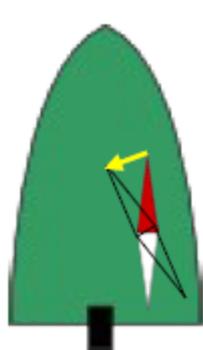
L'établissement d'une courbe par les moyens du bord

Il faut trouver sur la carte marine des alignements - soit connus - soit en les calculant grâce à deux amers fixes ; en utilisant la formule : cap vrai (Cv) = cap magnétique (Cm) + déclinaison (D), l'utilisateur détermine alors le cap magnétique propre à cet alignement.



# déviatio

- Les masses métalliques du bateau (moteur, haut-parleur, VHF) perturbent le compas



direction : 0°

90°

180°

270°

360°

déviatio :

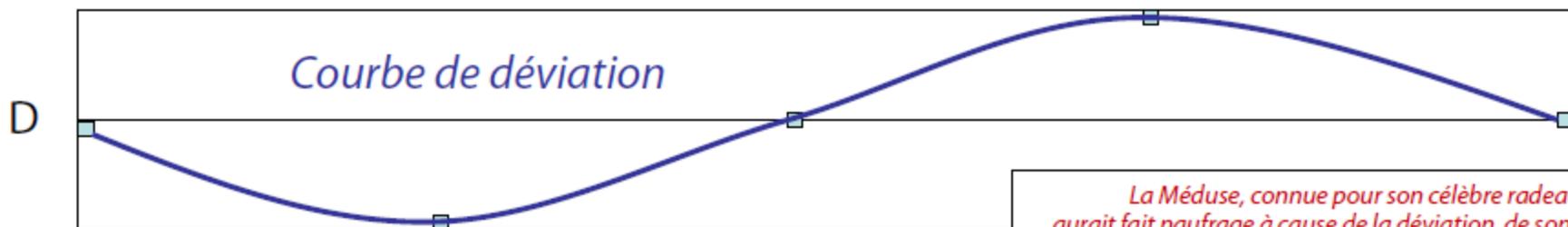
faible

négative forte

faible

positive forte

faible



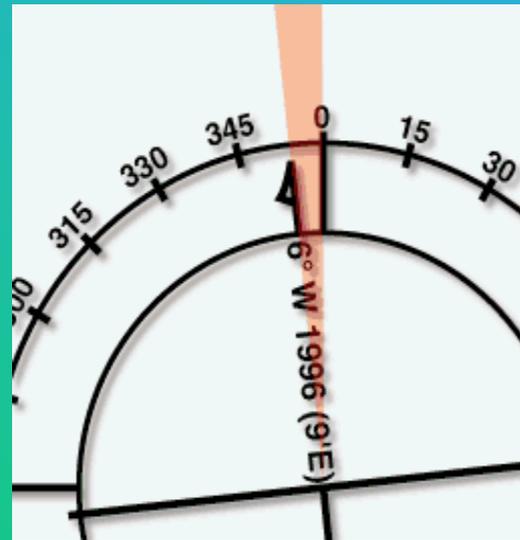
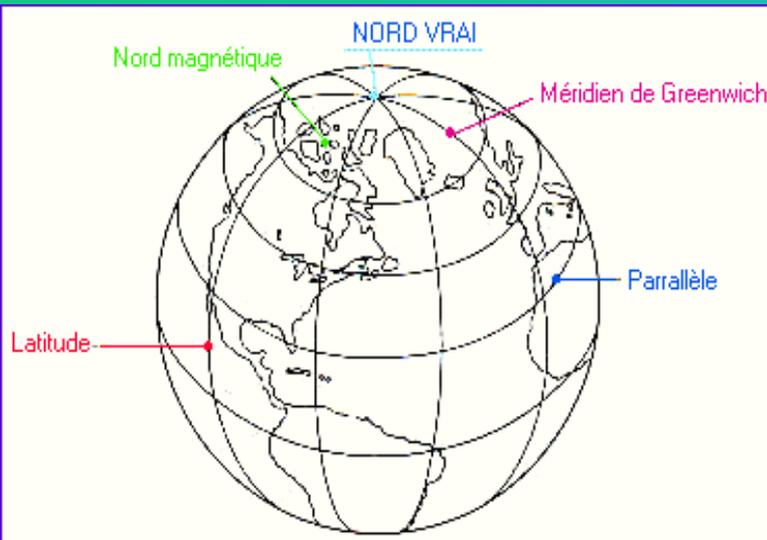
La Méduse, connue pour son célèbre radeau, aurait fait naufrage à cause de la déviatio de son compas.

## II / Si seulement : elle nous indiquait le nord vrai et pas le nord magnétique

### La déclinaison magnétique, (D)

L'aiguille du compas se dirige constamment vers un point d'attraction appelé Nord magnétique c'est le pôle nord magnétique de la terre situé dans la région de la Baie d'Hudson au Canada. Il se déplace légèrement chaque année.

L'angle entre le Nord géographique et le Nord magnétique est parfaitement connu et est représenté sur les cartes marines par une rose des vents qui indique sa valeur à une date donnée ainsi que sa variation annuelle ; elle change avec la position géographique donc, lors de longs trajets, il faut remettre à jour sa valeur en consultant les cartes marines.



**Pour trouver la valeur actuelle de la Déclinaison , il suffit d'ajouter ou de retrancher la valeur annuelle de changement autant de fois qu'il s'est écoulé d'années depuis la mesure .**

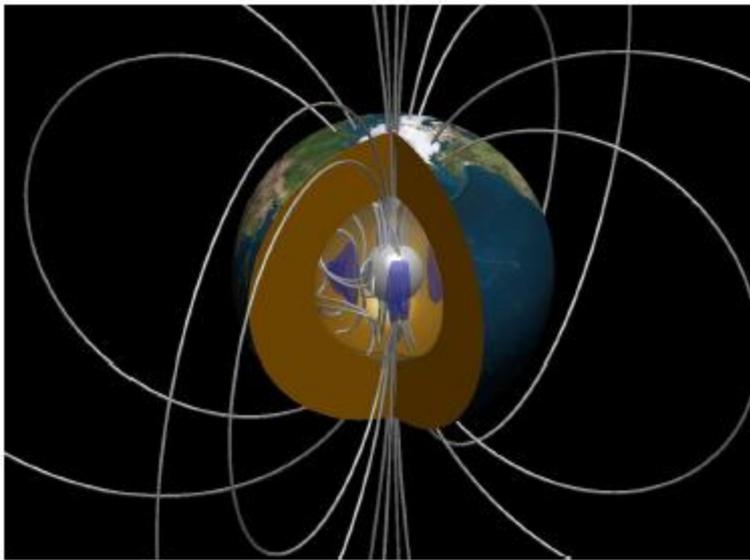
**Le tout est de savoir s'il faut ajouter ou retrancher ...  
"Est-ce plus ou est-ce moins ?"**

**Ca y est , vous avez la réponse :**

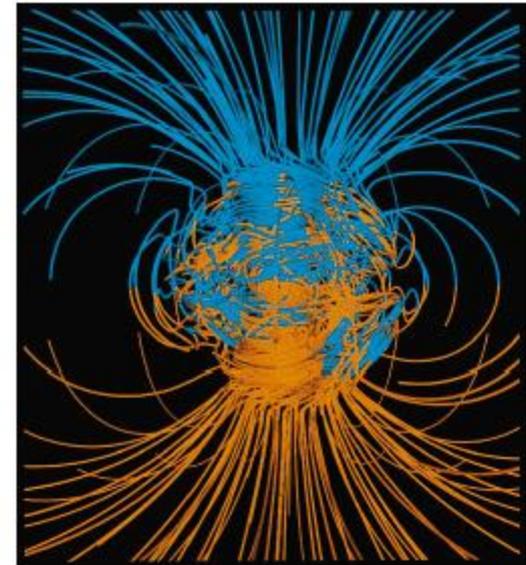
**"Est plus , Ouest moins"**

# Déclinaison

- Le noyau de la Terre émet un rayonnement magnétique, qu'on assimile à un « aimant »



En théorie : le rayonnement magnétique terrestre assimilé à un aimant, légèrement décalé par rapport au nord géographique



En pratique (ici une simulation), le champ magnétique est loin d'être parfait. C'est pourquoi la déclinaison varie dans **l'espace** et le **temps**.

# Déclinaison

- La Déclinaison est valable :
  - En un **lieu** donné
  - À un **moment** donné

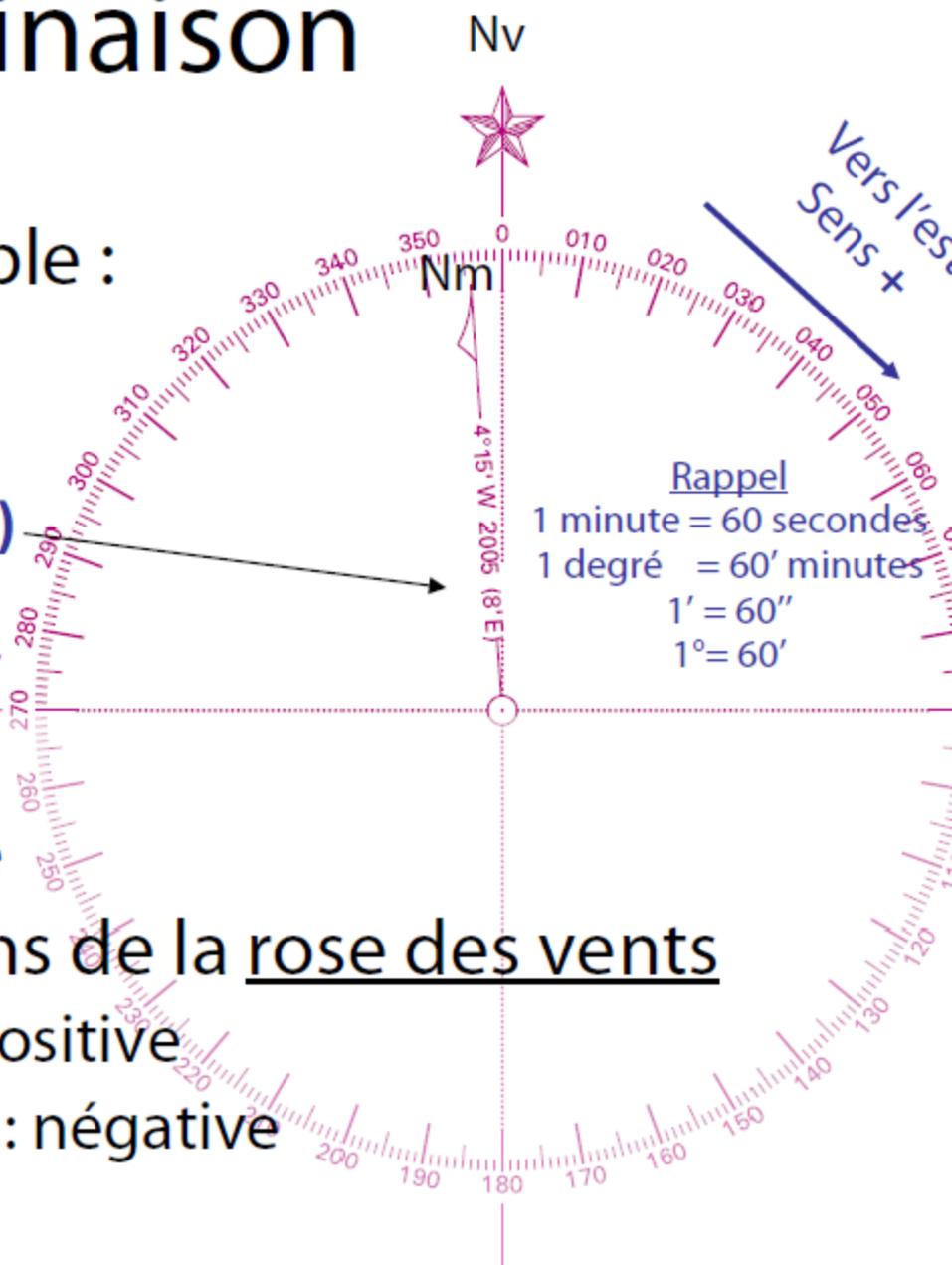
Ex. ici : **4°15' W 2005 (8' E)**

En **2005**, pour cette carte,  
déclinaison **ouest 4°15'**

La déclinaison **varie de 8'**  
**vers l'est** chaque année

- Le sens positif est le sens de la rose des vents
  - Déclinaison vers l'est : positive
  - Déclinaison vers l'ouest : négative

Ici : **D = - 4°15'**



### III / ...Alors, le compas nous indiquerait le cap vrai

Le cap vrai est le cap qu'on trace ou lit sur la carte, c'est l'angle que fait le navire avec le Nord de la carte marine.

Pour l'obtenir, il faut corriger notre cap compas de la déclinaison magnétique et de la déviation magnétique.

On peut soit utiliser des formules algébriques, soit utiliser le tableau d'enchaînements suivant

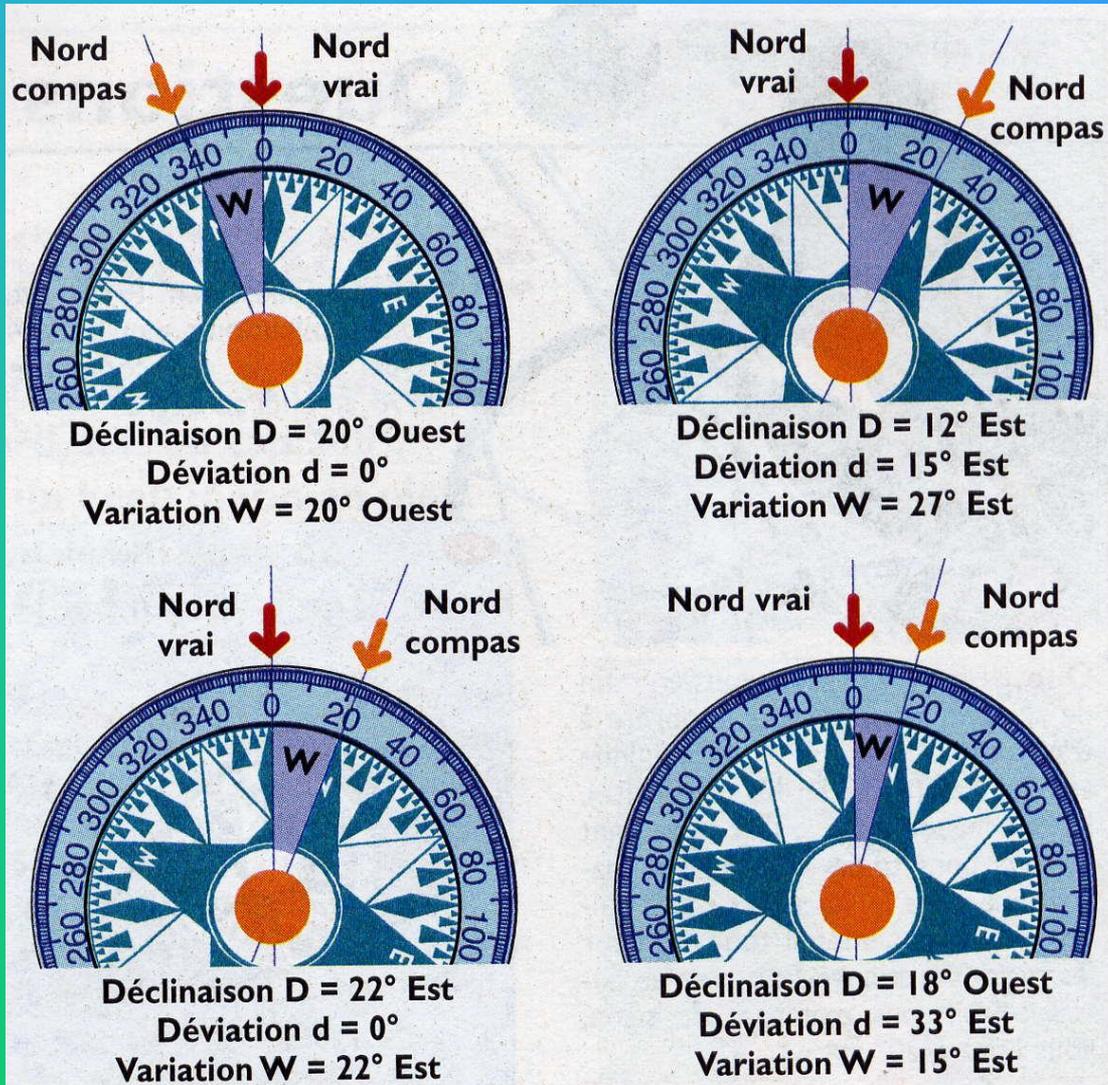
<b>Cc</b>	<b>d</b>	<b>Cm</b>	<b>D</b>	<b>Cv</b>
135	+2	137	-5	132
<b>Cc</b>	<b>W</b>		<b>Cv</b>	
135	-3		132	
<b>W = D + d</b>				
<b>= -5 + (+2) = -3</b>				

On appelle variation ( W ) la somme algébrique et de la déviation de la déclinaison :  
soit :  $W = d + D$

Ce qui permet de simplifier le tableau.

la déclinaison (D) et la déviation (d) sont négatives si elles sont Ouest, positives si elles sont Est.

La variation (W) est la somme de (d) + (D):



# Gardez le nord... le bon !

- Nc** Nord indiqué par le Compas
- Nm** Direction du nord magnétique
- Nv** La **verticale** de la carte
- déclinaison *Avec un petit  $d$ , car elle dépend du bateau*
- Déclinaison *Avec un grand  $D$ , car on n'y peut rien changer!*

La Variation  $W$  exprime la différence entre

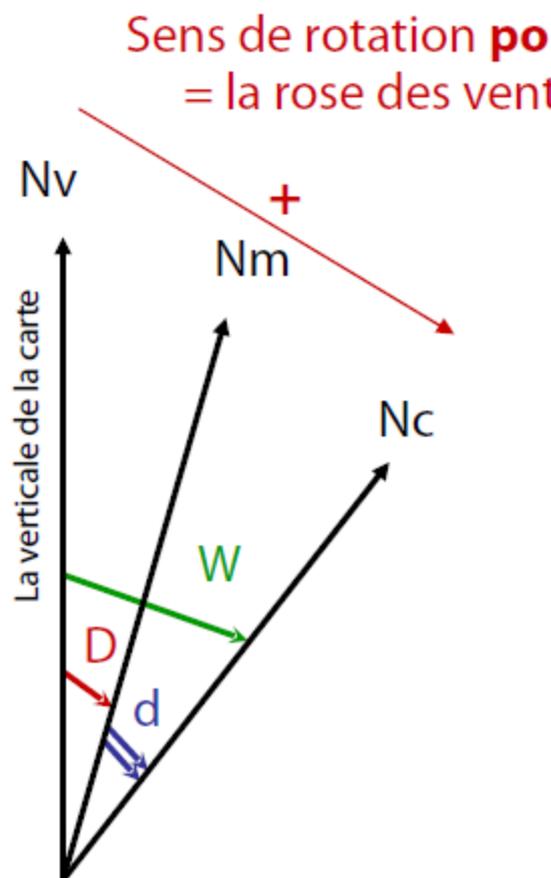
- Le cap lu sur le compas
- La lecture sur la carte

Algébriquement :

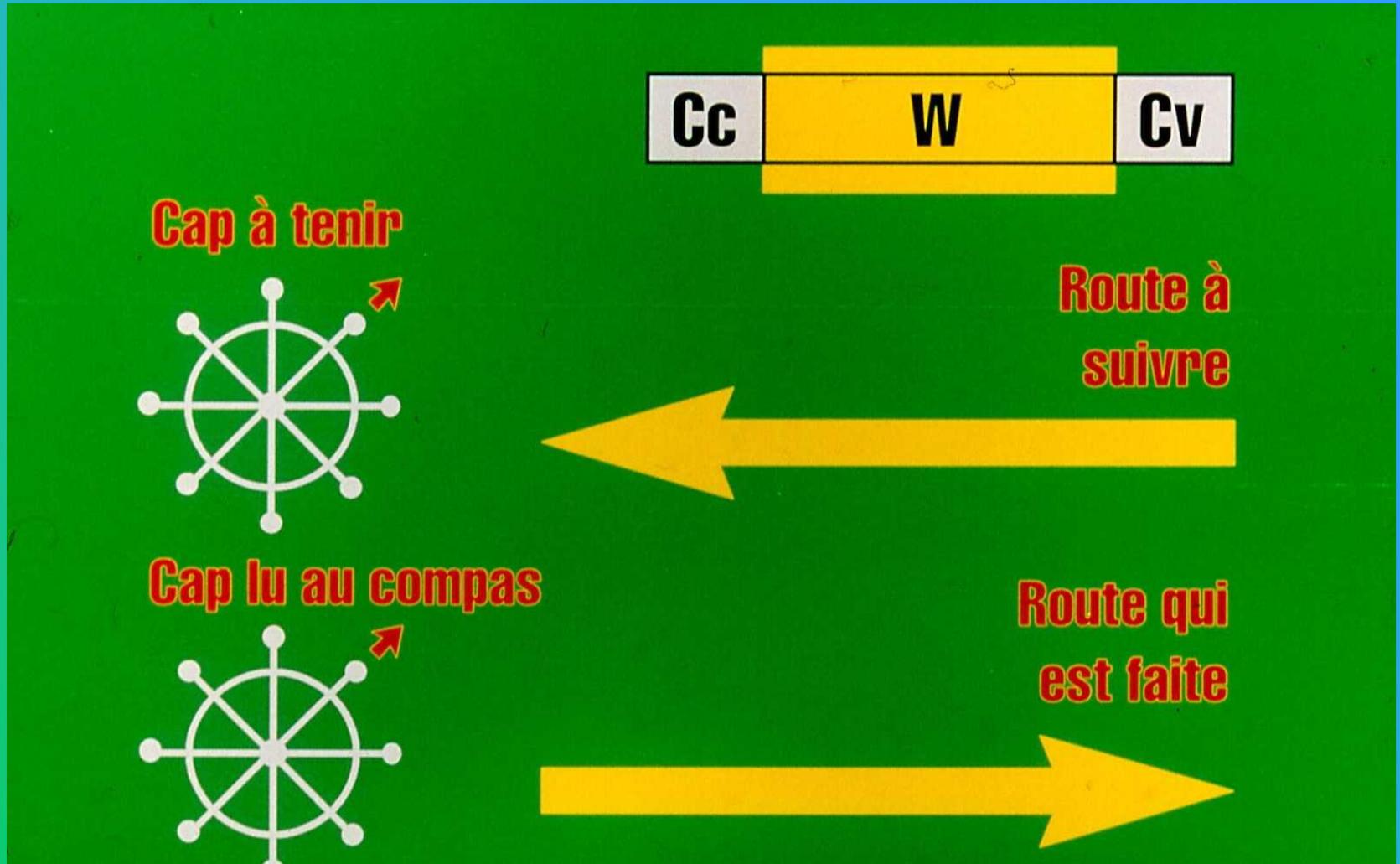
$$Nm = Nv + D$$

$$Nc = Nm + d$$

$$W = D + d$$

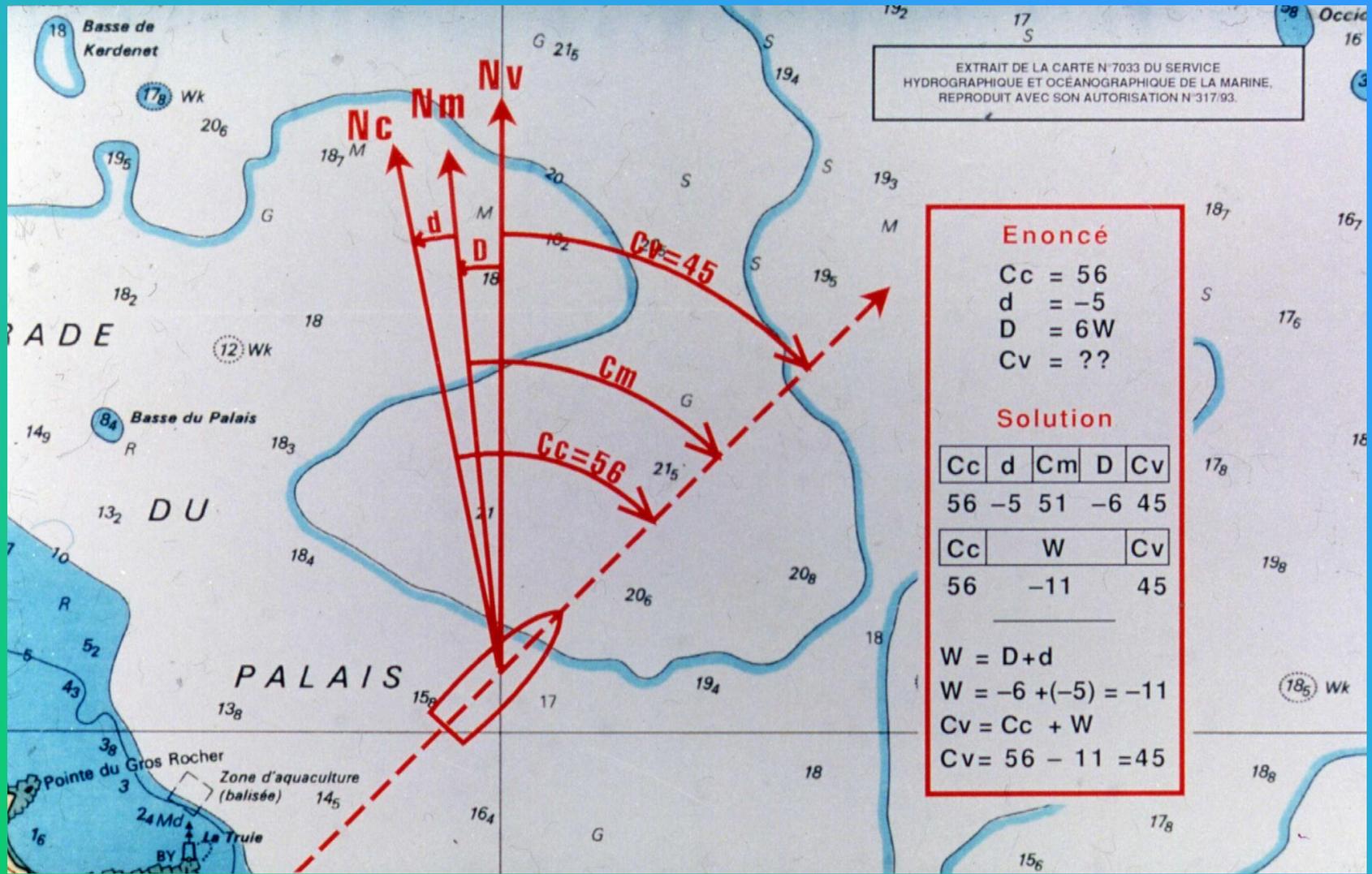


Le tableau permet de passer du Cap Compas au Cap Vrai et vice versa



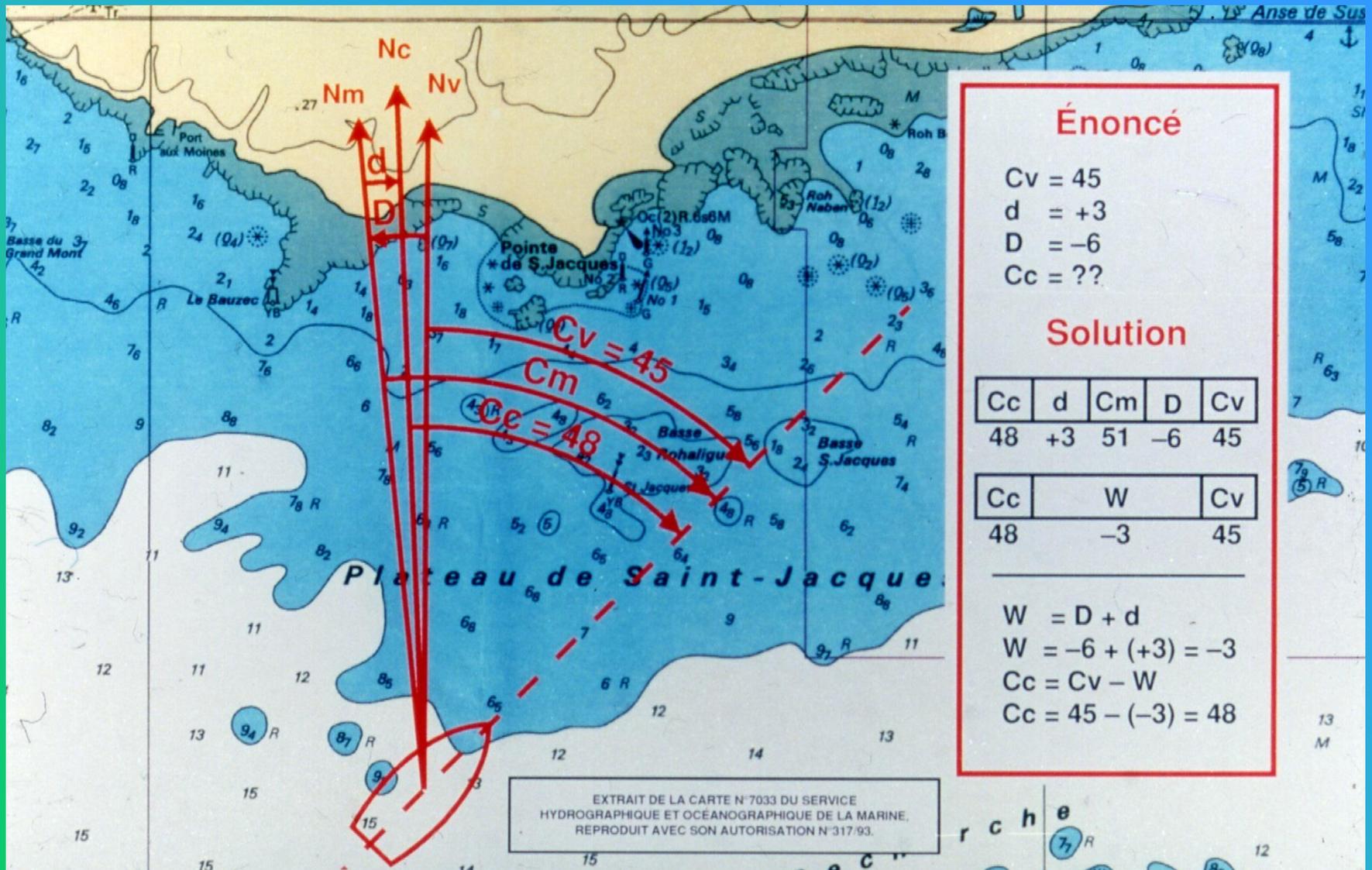
la déclinaison (D) et la déviation (d) sont négatives si elles sont Ouest, positives si elles sont Est.

# Exemple : du Cc au CV



la déclinaison (D) et la déviation (d) sont négatives si elles sont Ouest, positives si elles sont Est.

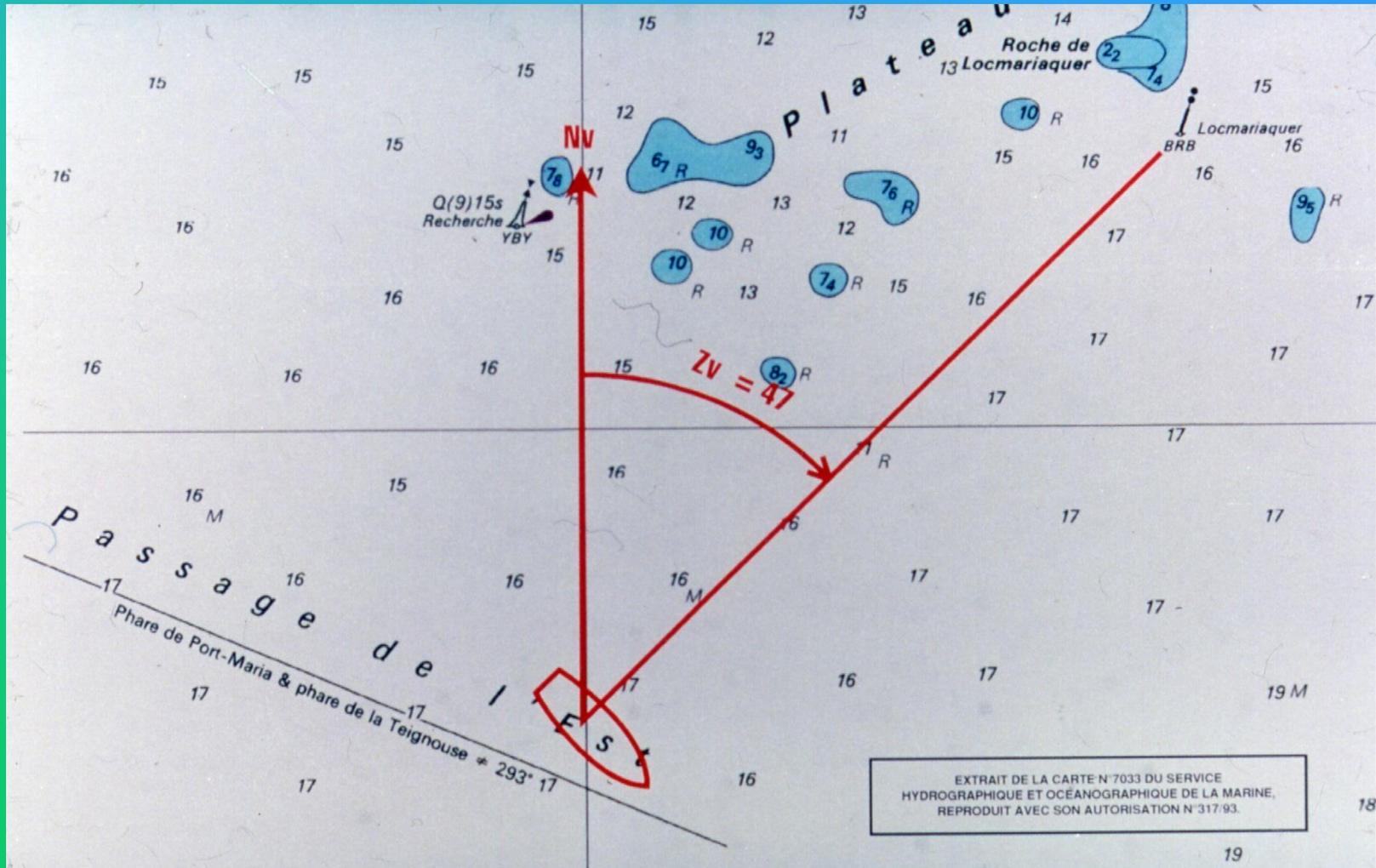
# Exemple : du Cv au Cc



la déclinaison (D) et la déviation (d) sont négatives si elles sont Ouest, positives si elles sont Est.

## Les relèvements suivent les mêmes règles...

Le relèvement ( Z.) est l'angle formé par l'une des trois directions du Nord avec la direction d'un point remarquable quel que soit le cap du navire.



...et obéissent aux mêmes principes de calcul.

On retrouve le même tableau dans lequel  $Z_c$  remplace  $C_c$ ,  $Z_m$  remplace  $C_m$   
et  $Z_v$  remplace  $C_v$

$Z_c$	$d$	$Z_m$	$D$	$Z_v$
-------	-----	-------	-----	-------

ou

$Z_c$	$W$	$Z_v$
-------	-----	-------

$$Z_v = Z_c + W$$

$$Z_c = Z_v - W$$

$$W = Z_v - Z_c$$

## Exemples

1.  $Z_c = 145$      $W = 10$      $Z_v =$

2.  $Z_v = 302$      $d = -2$      $D = 5 W$      $Z_c =$

3.  $Z_c = 358$      $d = +6$      $D = 3 W$      $Z_v =$

4.  $Z_c = 070$      $Z_v = 079$      $W =$

## Solutions

**1.  $Z_c = 145$      $W = 10$      $Z_v = 155$**

**2.  $Z_v = 302$      $d = -2$      $D = 5$      $W$      $Z_c = 309$**

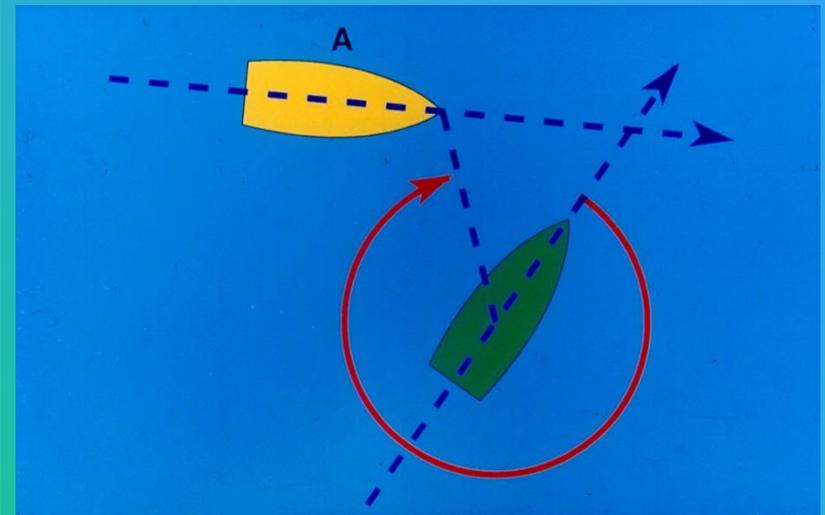
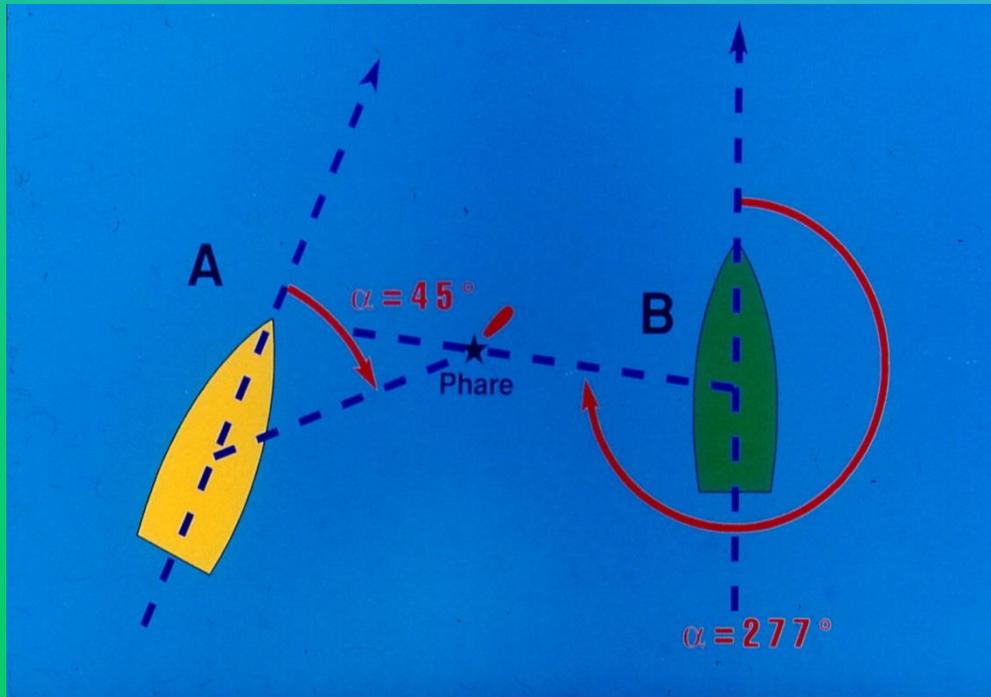
**3.  $Z_c = 358$      $d = +6$      $D = 3$      $W$      $Z_v = 001$**

**4.  $Z_c = 070$      $Z_v = 079$      $W = 9$**

## Le gisement ( $\alpha$ )

C'est l'angle formé par la direction d'un point quelconque par rapport à l'axe du bateau .

Il se mesure avec un taximètre gradué de 0 à 360 ° dans le sens des aiguilles d'une montre en partant de la ligne de foi ( l'axe ) du bateau. Et est utilisé pour une navigation à vue. ( Exemple : pour surveiller une route de collision avec un autre navire.)

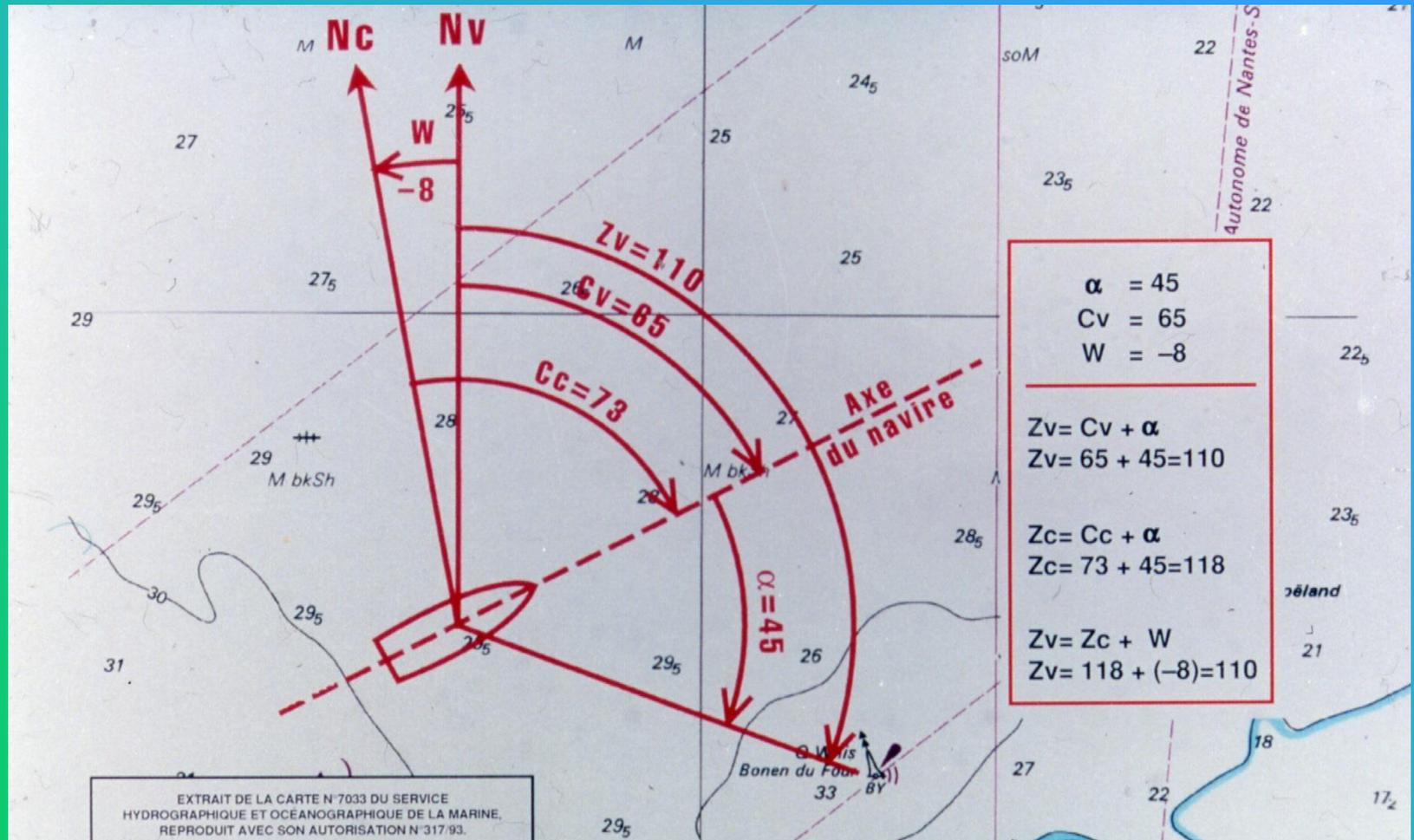


# Le gisement ( $\alpha$ )

Pour passer du gisement au relèvement, il suffit d'ajouter le cap du navire.

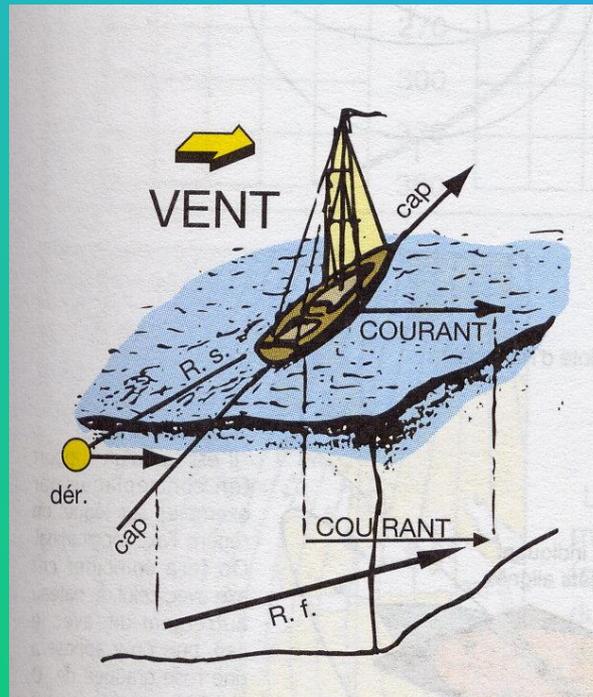
$$Z_c = C_c + \alpha$$

$$Z_v = C_v + \alpha$$



# Le cap vrai ne suffit pas pour déterminer la bonne route.

Car en mer, nous subissons aussi les effets de la dérive.  
Ou plutôt des dérives  
vent et courant .



## IV / Si seulement : les bateaux ne dérivent pas sous l'action du vent

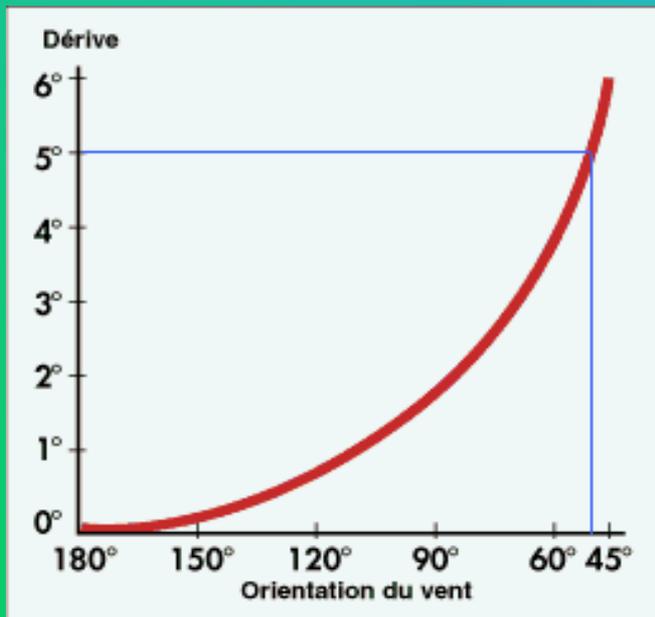
### La dérive vent :

C'est le déplacement latéral que subit un bateau sous la poussée du vent.

Elle est nulle par vent debout ou arrière et c'est aux allures de près qu'elle est le plus sensible.

On l'estime souvent à 5 degrés au près, c'est une référence de base qui n'a d'autre intérêt que d'exister. En fait, elle dépend des caractéristiques de chaque bateau.

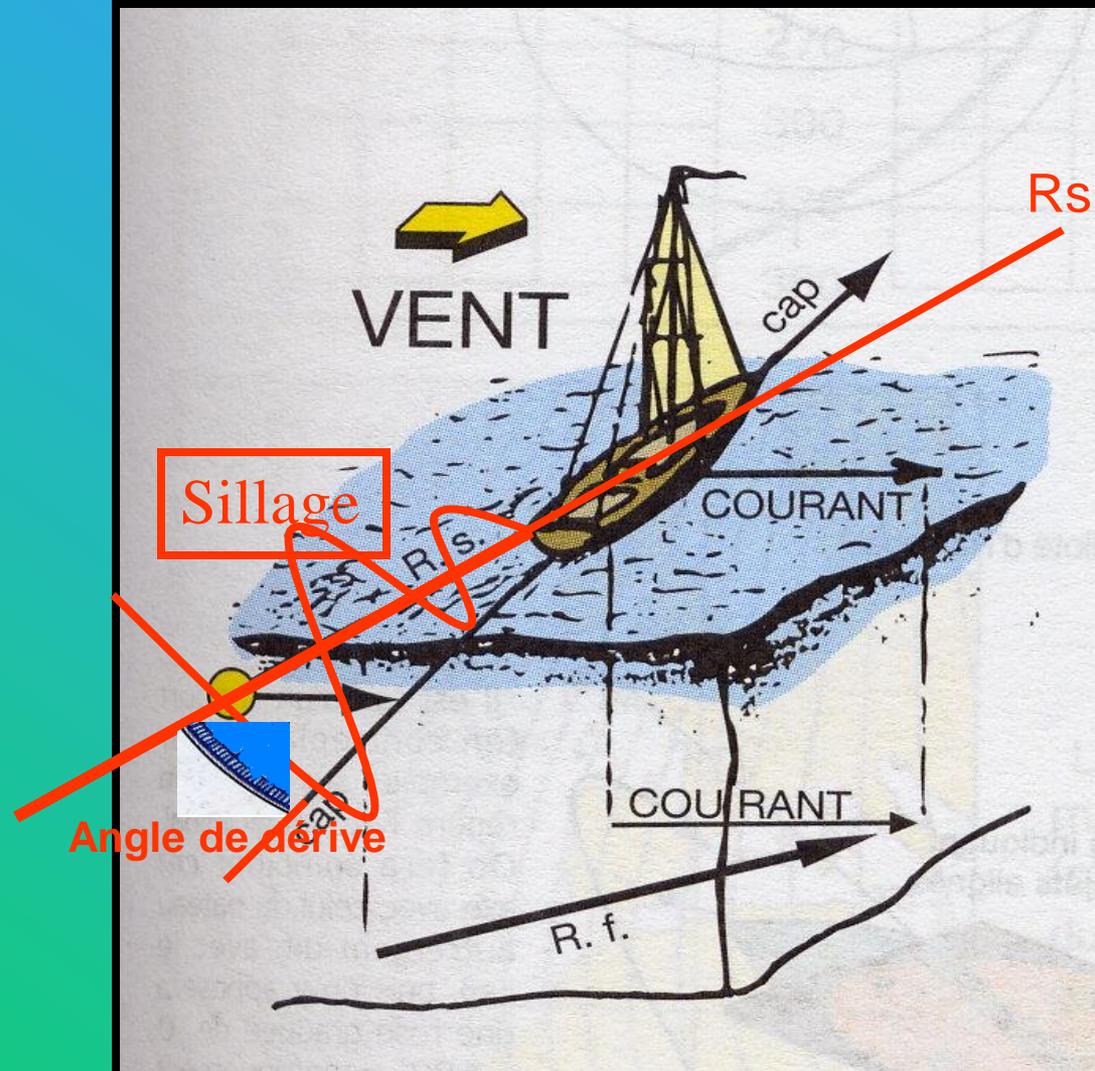
On peut l'évaluer en observant et en relevant le sillage du bateau, ou utiliser une courbe de dérive que l'on aura établie sur le même modèle que la courbe de déviation.



**Sur cette courbe de dérive, on voit qu'au près serré (vent à 45° du bateau), la dérive vent est de 5°. Mais encore faut-il en déterminer la direction.**

# La théorie est toujours relative, la réalité quant à elle se mesure!

Par faible houle, on peut mesurer la dérive vent, en relevant l'angle du sillage. Sans dérive, le sillage doit être dans l'axe de la ligne de foi du bateau.



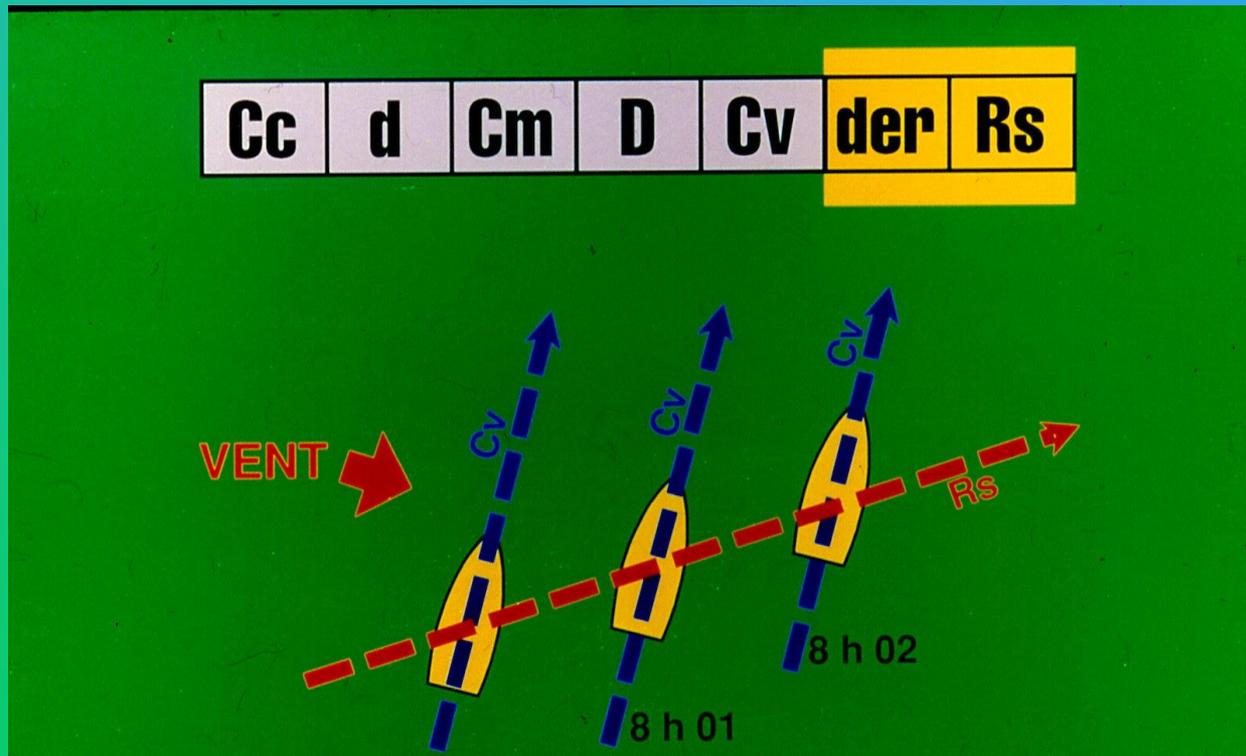
## Dérive tribord ou bâbord ?

Sous la poussée latérale du vent, le bateau va marcher en crabe. Si le vent vient et pousse par la gauche (bâbord), le bateau va se déplacer vers la droite (tribord).

La dérive sera donc tribord car on dérive **vers** la droite (tribord).

Son sens est positif :

Comme pour l'heure d'une montre quand l'aiguille se déplace vers la droite, le temps augmente.



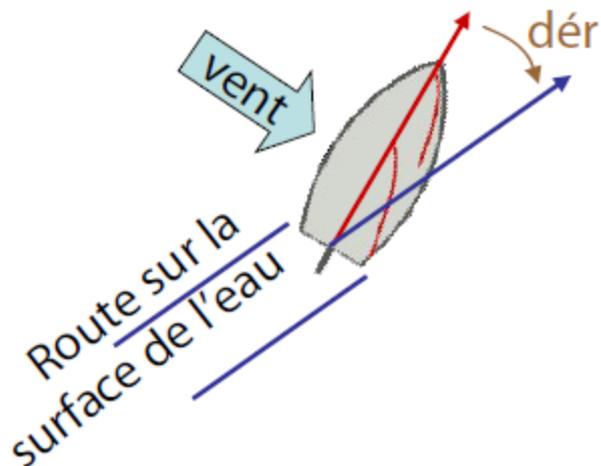
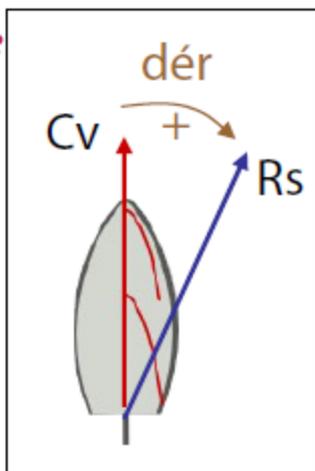
# dérive

- La dérive est l'angle entre :
  - L'axe du bateau (la ligne de foi)
  - Le sillage à la surface de l'eau

*Rappel :*  
L'amure  
est le côté  
d'où vient le vent

À retenir :

Pour construire  
le schéma :  
La flèche  
de Cv  
est **verticale**



Ce bateau est **Babord amure**  
Il dérive vers **Tribord**  
Sa dérive est dans le sens **p**

*Le bateau avance « en crabe »*

Voilier **Babord** amures => dérive **Tribord** + positive  
**Tribord** => **Babord** - négative

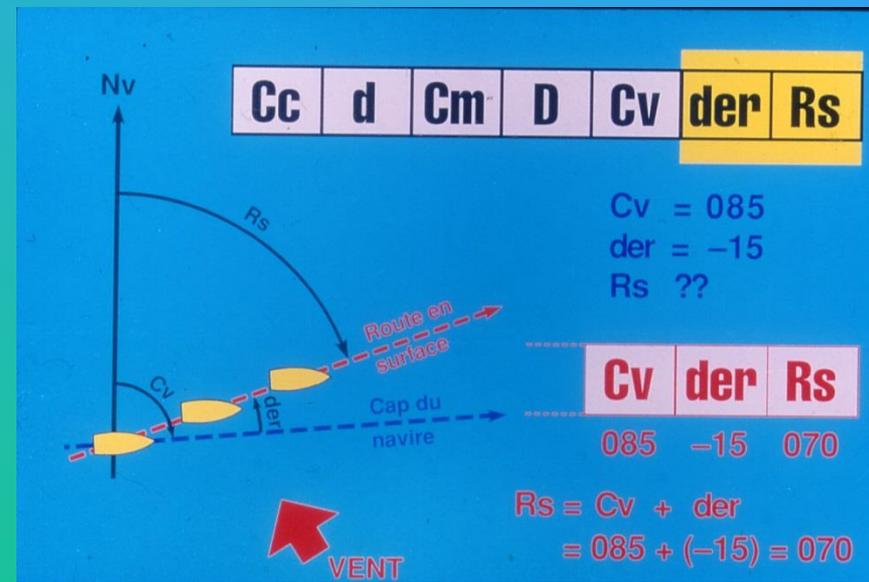
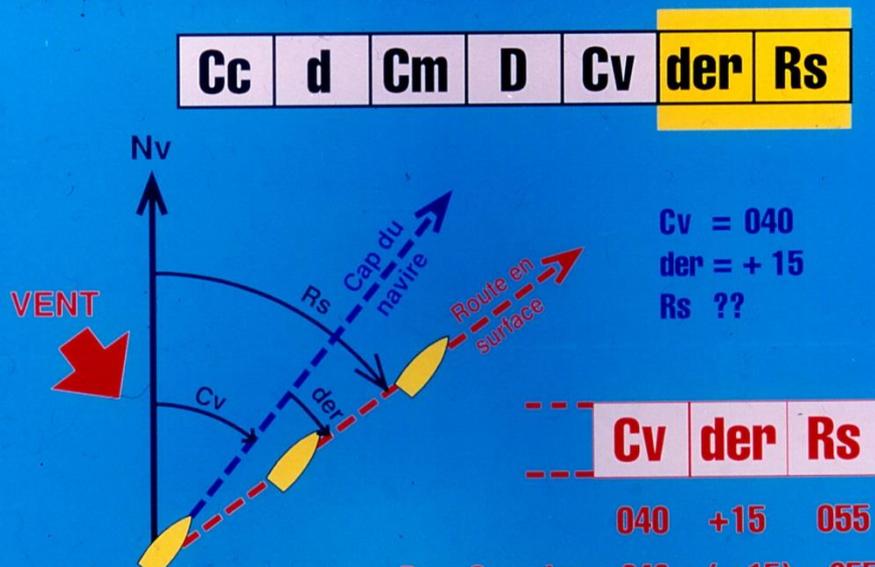
## Exemple : du Cv à la Rs ( Route surface )

Du fait de l'action du vent, le bateau dérive et la route qu'il fait à la surface de la mer ne correspond plus au cap vrai.

Il faut donc ajouter deux éléments au tableau d'enchaînement :

- la dérive (der)
- la Route surface (Rs) que certain appellent la Route Vrai car elle découle du Nord Vrai

Algébriquement, nous auront les formules :  $Rs = Cv + der$  /  $Cv = Rs - der$



## Exemple : du Cv à la Rs ( Route Surface )

Dans les énoncés des exercices on parle le plus souvent de :

- dérive tribord ( ex: 3° Td ) qui est égale à + 3°
- dérive bâbord ( ex: 4° Bd ) qui est égale à - 4°

**Énoncé :** Point A à 9 h 00, au 282 et 3'8 du Palais  
d = - 4      D = 5 W      der = 3 Td      Vitesse 4 nds

1°) Quel Cc ?

2°) Heure d'arrivée au Palais ?

**Solution :** 1°) 

Cc	d	Cm	D	Cv	der	Rs
288	- 4	284	- 5	279	+3	282

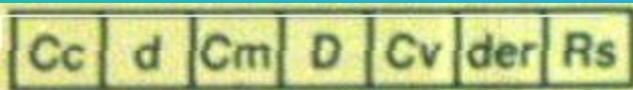
 $Cv = Rs - der = 282 - (+3) = 279$   
 $W = D + d = - 5 + (- 4) = - 9$   
 $Cc = Cv - W = 279 - (- 9) = 288$

2°)  $\frac{3'8}{4} = 0 \text{ h } 95 \text{ centièmes} - 60 \times 0,95 = 57 \text{ mn} - 9 \text{ h } 00 + 57 \text{ mn} = 9 \text{ h } 57 \text{ mn}$

On peut noter que la dérive vent nous oblige à modifier notre Cap, mais qu'elle n'a pas d'influence sur le temps du trajet .

Car la distance parcourue et la vitesse n'ont pas été modifiées. Sans dérive vent, nous aurions parcouru la même distance à la même vitesse.

# Le sens (+/-) des corrections du Cap compas à la Route surface



A partir du Cc pour obtenir la Rs il faut ajouter (+)



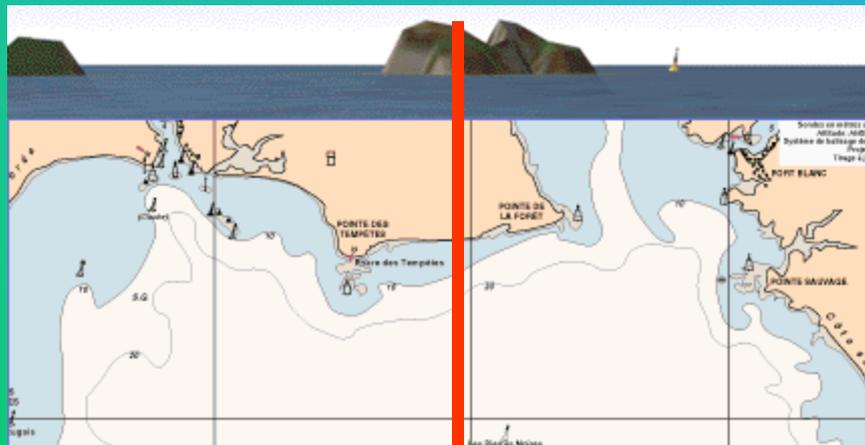
A partir de la Rs pour obtenir le Cc il faut soustraire (-)



## Le signe (+/-) des corrections (d,D ou der) du Cap compas à la Route surface

**(-)**

**Bâbord  
Gauche  
Ouest**

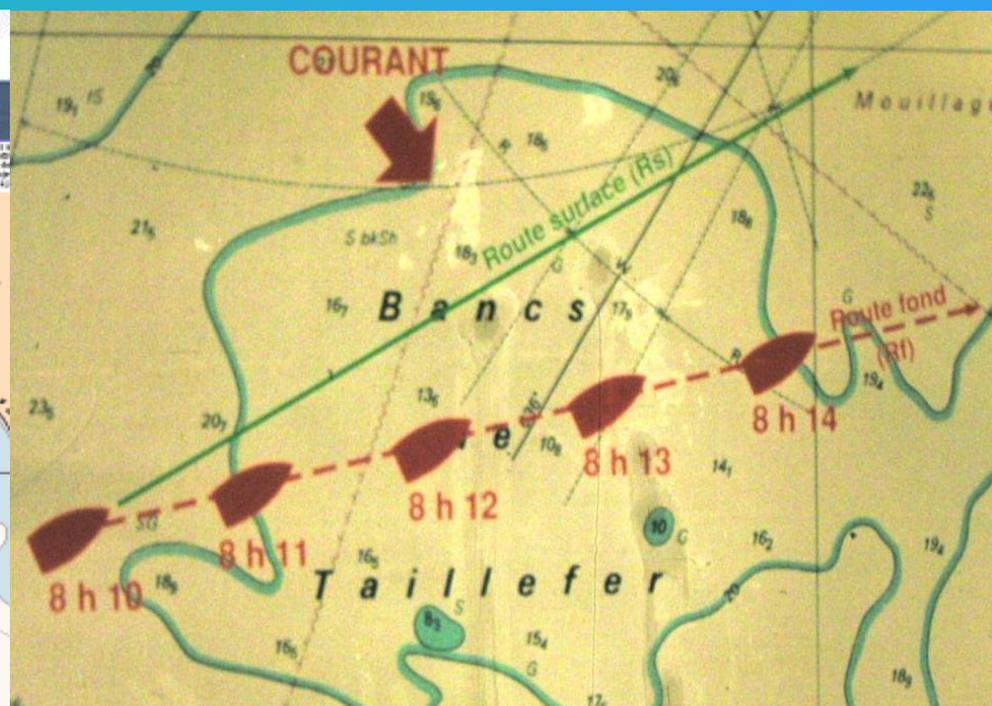
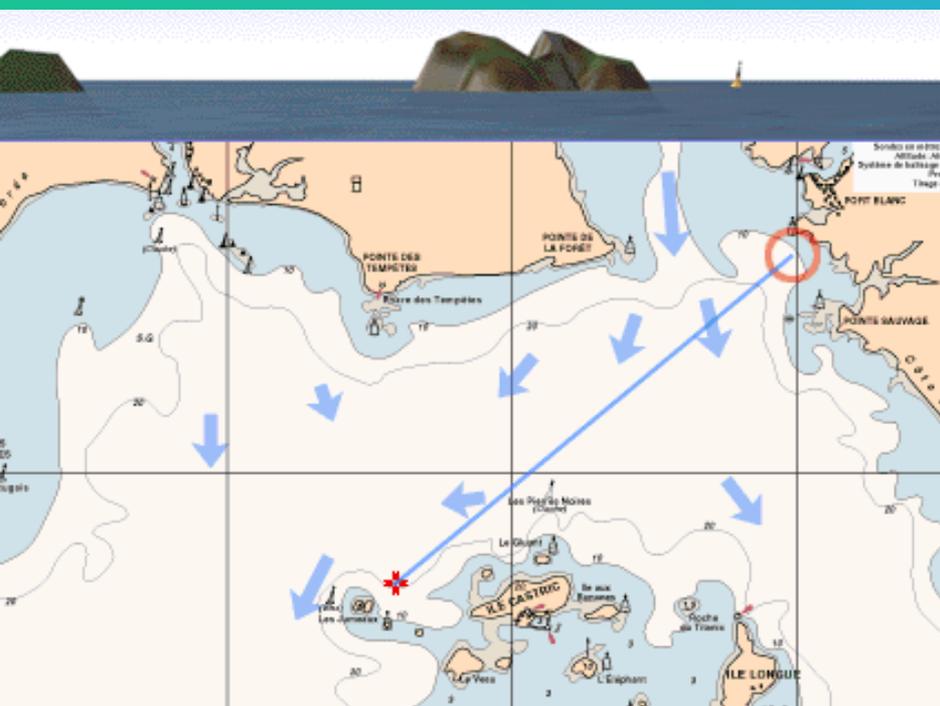


**(+)**

**Tribord  
Droite  
Est**

# V / Si seulement : les bateaux ne se déplaçaient pas sur une surface liquide en mouvement

La Route Surface représente le déplacement du bateau par rapport à la masse d'eau sur laquelle il navigue. Mais quand il y a du courant cette surface se déplace et avec elle le bateau qu'elle porte, alors que le fond de la mer ne bouge pas. En réalité, le bateau dérive par rapport au fond de la mer. Si on corrige la Route surface de **la dérive courant** on obtient la route par rapport au fond de la mer. C'est la Route Fond ( Rf ) celle qui nous amène là où nous voulons aller.



# Si on veut atteindre son but, il faut compenser l'effet de la dérive.

**1. Un voilier part de la position A** et suit un cap orienté au  $90^\circ$  pour atteindre la bouée « but ». Sans modifier son cap, il se retrouve à la position B, nettement sous le vent du but choisi au départ.

**2. Le tracé des positions A et B** fait apparaître que le bateau a effectué une route écartée de 20 degrés de l'itinéraire souhaité. Cette valeur correspond à la dérive subie entre les deux points.

**3. Partant lui aussi de la position A** pour rallier la bouée « but », un autre voilier choisit une autre stratégie : au lieu de maintenir un cap vrai  $90^\circ$ , son barreur suit en permanence un cap vrai  $70^\circ$  pour compenser les effets de la dérive.

**4. En opérant cette correction** initiale de  $20^\circ$  dans le but de compenser la dérive subie sous l'effet du vent, le second voilier réalise une route réelle orientée dans la direction géographique désirée, soit  $70^\circ$  de cap vrai +  $20^\circ$  de dérive =  $90^\circ$  de cap corrigé.

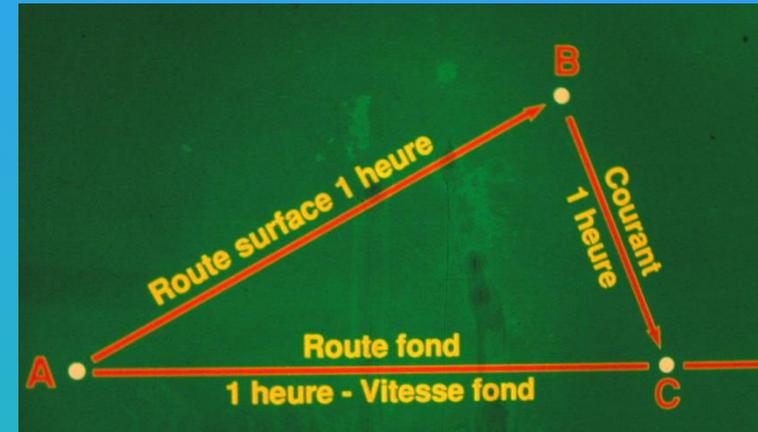
Diagram labels: vent, point de départ A, route suivie, valeur de la dérive, cap vrai suivi  $90^\circ$ , but, point d'arrivée B, but fictif.

Vous verrez lors du cours sur le courant comment intégrer l'effet du courant.

C'est un calcul ( ou une mesure ) qui s'effectue à la table à carte :

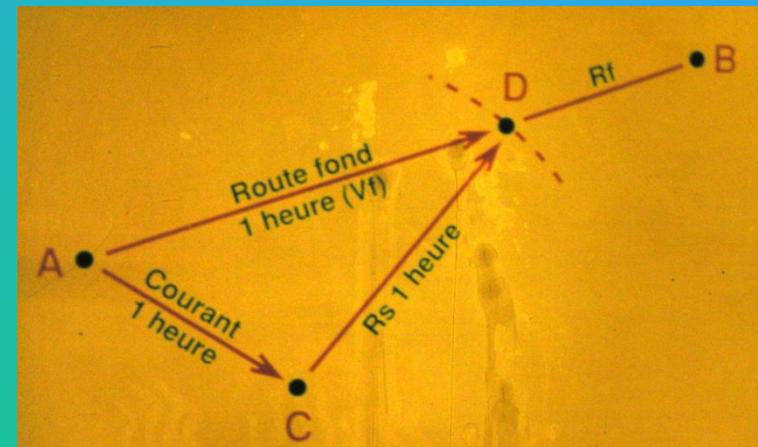
**Soit on cherche à constater l'effet du courant :**

En comparant notre position réelle (C), après une heure de route, par rapport à notre position théorique (B) fonction de la  $R_s$ , on mesure l'effet du courant.



**Soit on cherche à anticiper l'effet du courant :**

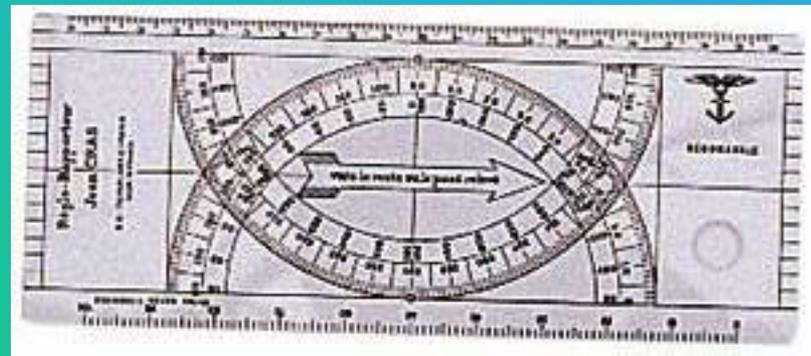
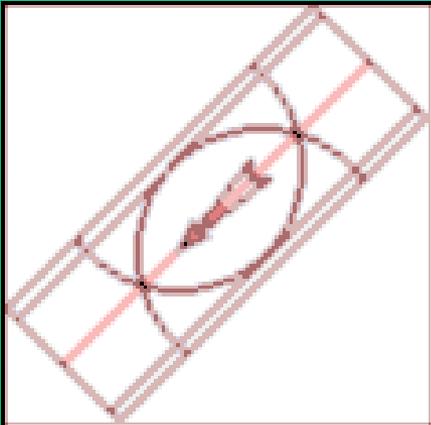
On reporte son effet du point (A) au point (C), la mesure de la route C-D nous donne la  $R_s$  qui nous amènera au point B.



A la table à cartes, c'est avec une règle CRAS, que vous lirez ou tracerez vos caps et routes.

Cette règle possède:

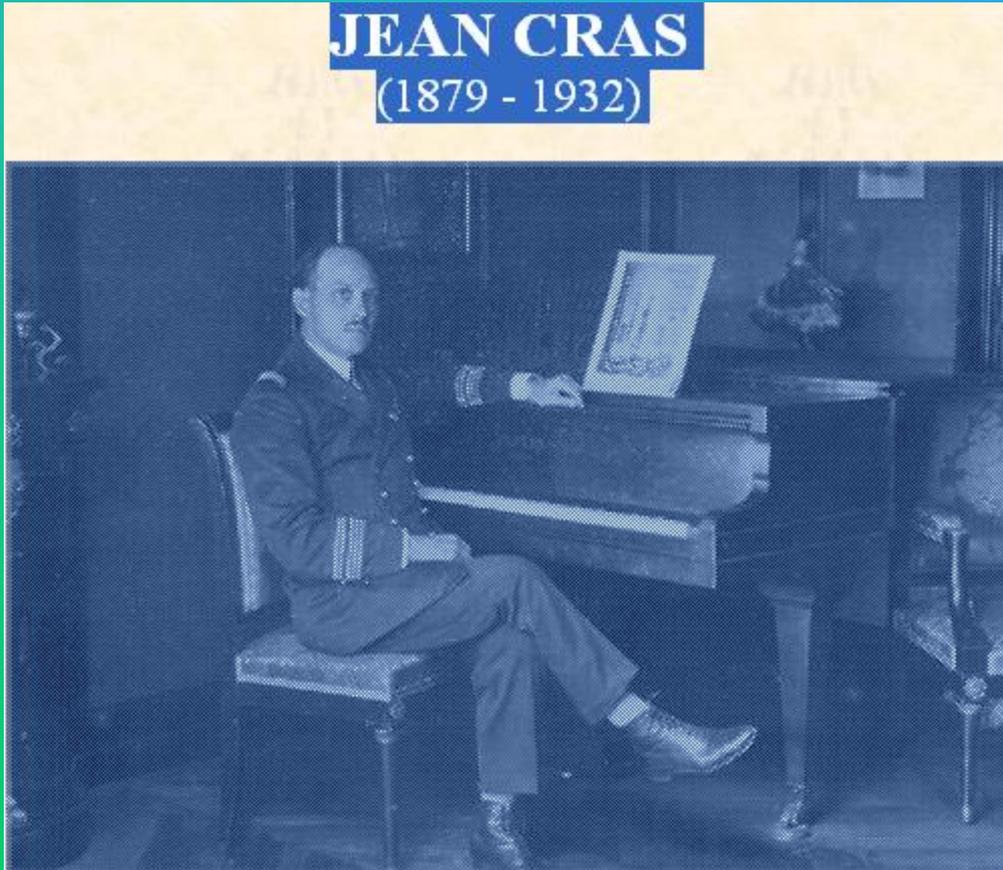
- Un recto et un verso (ne pas se tromper)
- Une ligne de foi (c'est la direction de la route ou du point relevé)
- Une flèche pour orienter la règle dans le bon sens (c'est le sens vers la route ou le point relevé)
- Deux petits points indiquant les centres des deux demi-cercles gradués (toujours utiliser le centre le plus au Sud)
- Deux demi-cercles gradués (deux demi-rapporteurs dont il faut lire les graduations sans incliner la tête)



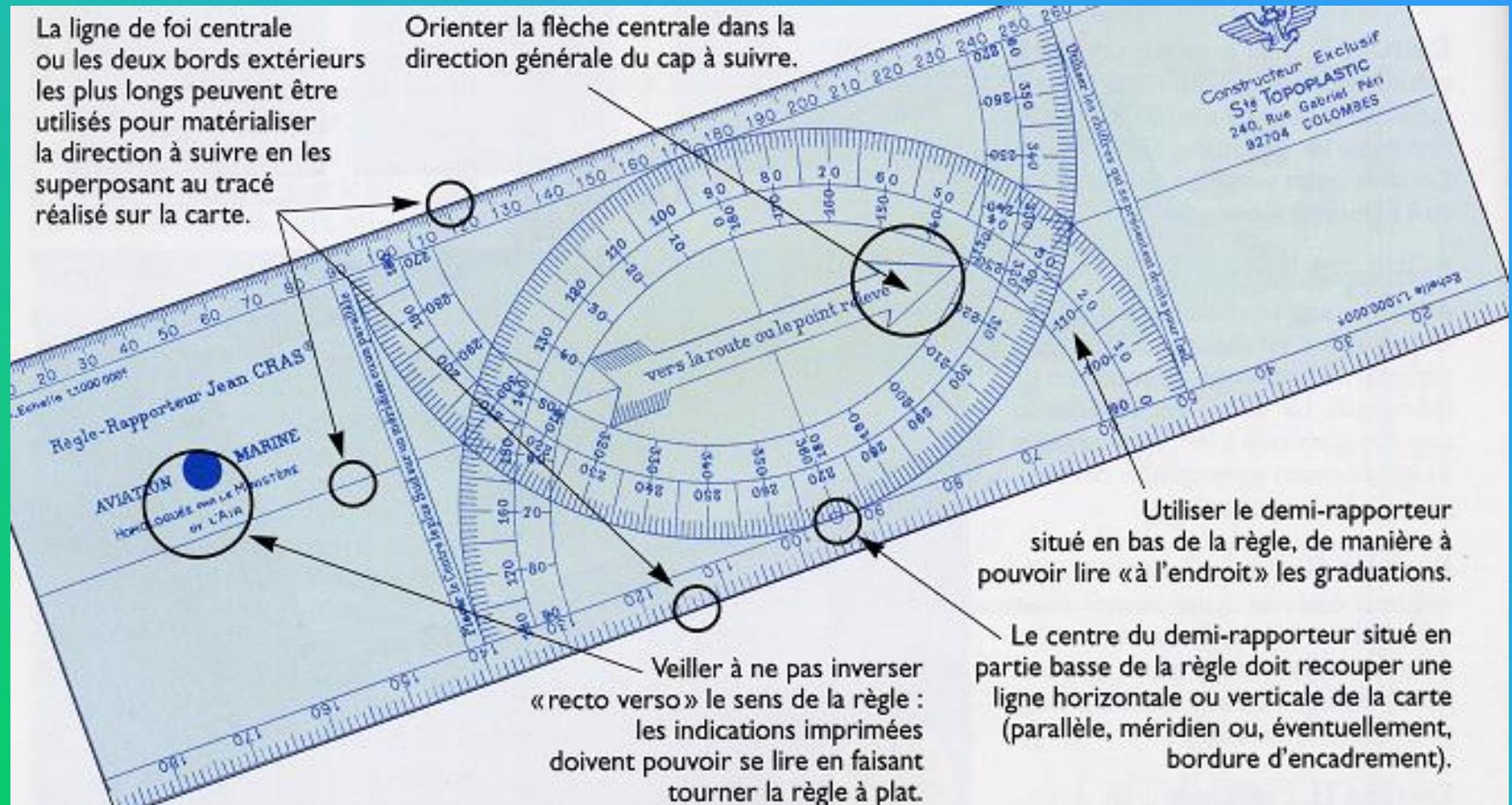
## Le bon usage de la règle Cras.

**JEAN CRAS**  
(1879 - 1932)

La règle Cras n'est pas la seule règle de navigation, mais elle demeure la plus utilisée, sans doute en raison de sa simplicité ( elle ne possède aucun élément mobile. Attention toutefois lors de son positionnement sur la carte et de la lecture du Cap.



# Le bon usage de la règle Cras.



# Le bon usage de la règle Cras.

Placer la règle Cras sur la carte, orienter la flèche (1) dans le sens départ -----à arrivée.

Placer le bord de la règle (2) sur la direction à suivre.

Repérer le centre sud de la règle (3) et le placer sur un méridien (ou un parallèle) ;

Le cap cherché ou cap vrai (5) est lu à l'endroit sur la graduation du rapporteur (4) et le même méridien ( ou le même parallèle ) que le centre de celui-ci.



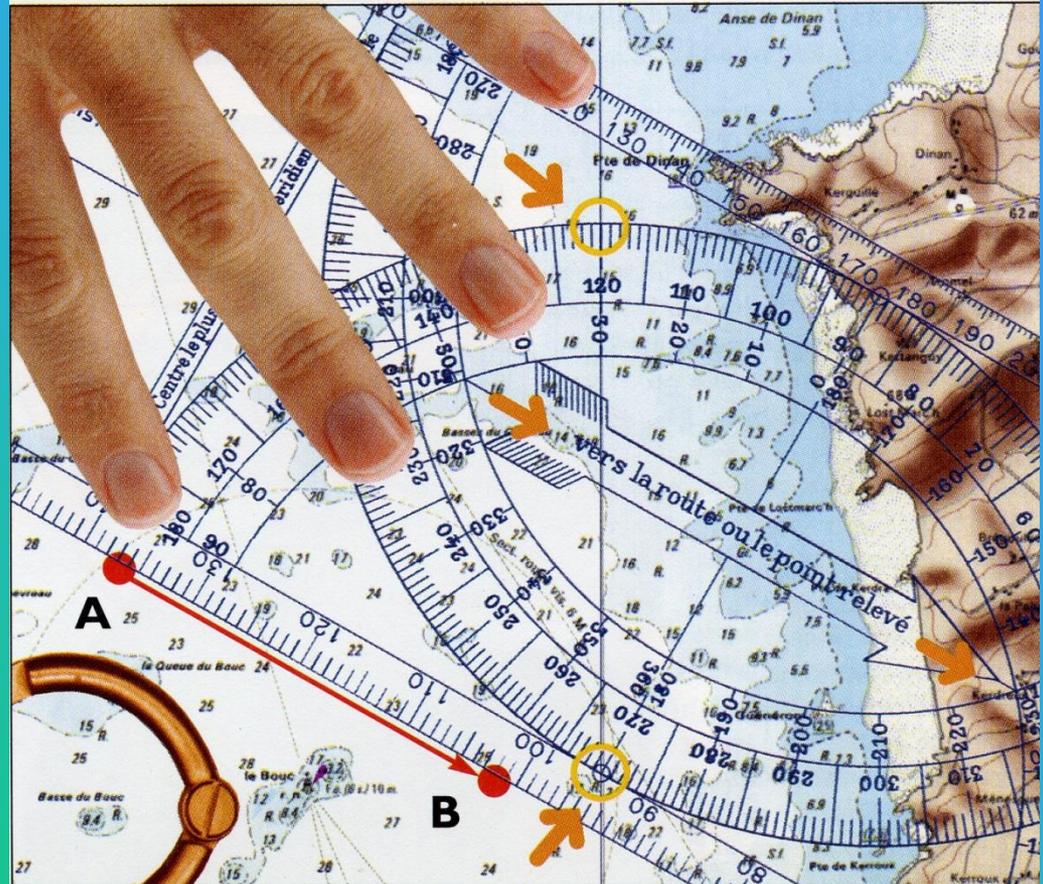
# Le bon usage de la règle Cras.

Placer la règle Cras sur la carte, orienter la flèche (1) dans le sens départ -----à arrivée.

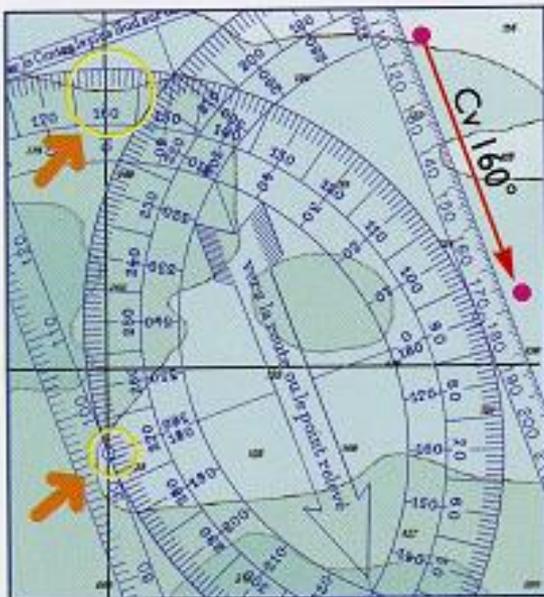
Placer le bord de la règle (2) sur la direction à suivre.

Repérer le centre sud de la règle (3) et le placer sur un méridien (ou un parallèle) ;

Le cap cherché ou cap vrai (5) est lu à l'endroit sur la graduation du rapporteur (4) et le même méridien ( ou le même parallèle ) que le centre de celui-ci.



# Le bon usage de la règle Cras.



## **1. Lecture de la mesure à partir d'un méridien.**

Flèche dans le sens du déplacement, bord de la règle parallèle à la route, centre du demi-rapporteur et lecture du cap vrai sur le méridien de la carte en recherchant les chiffres verticaux.



## **2. Lecture de la mesure à partir d'un parallèle.**

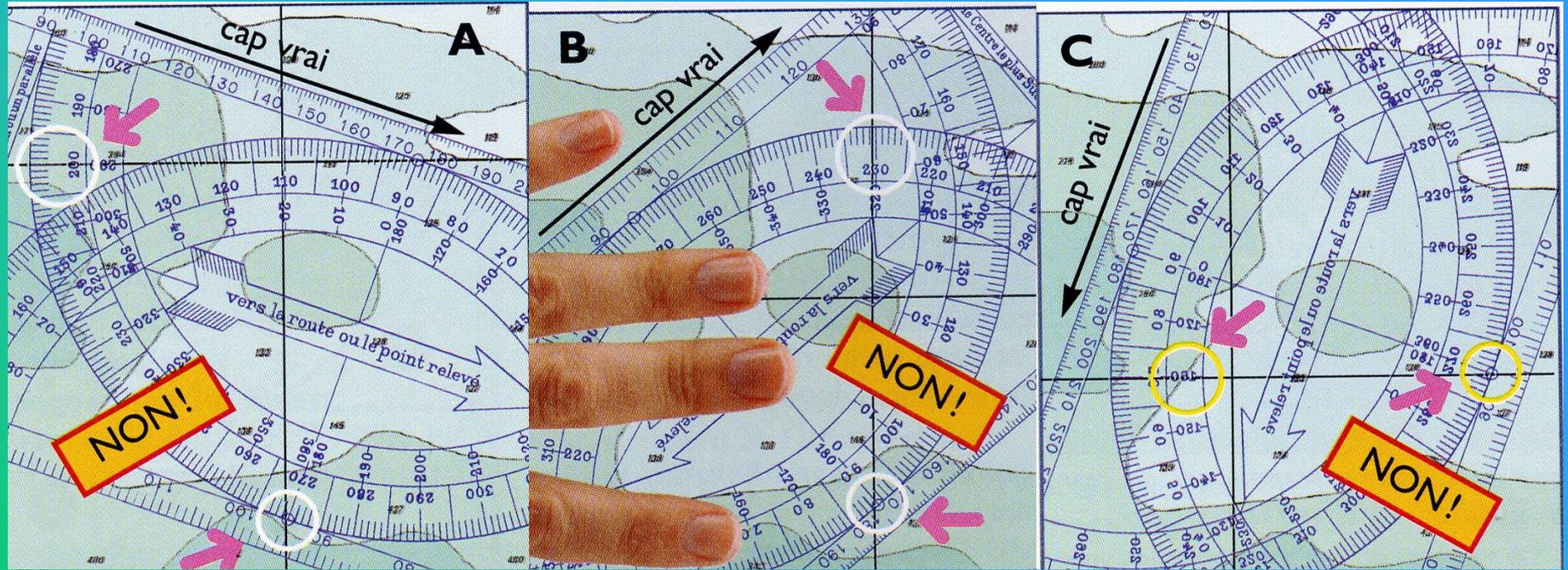
On opère de la même manière en utilisant un parallèle (ligne horizontale), sur lequel on place le centre du demi-rapporteur. La lecture s'effectue aussi sur les chiffres « droits » pour l'œil.



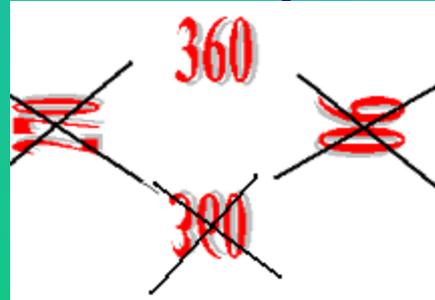
## **3. Lecture à partir de l'encadrement de la carte.**

Rien ne s'y oppose, dès lors que cet encadrement est perpendiculaire aux méridiens ou aux parallèles. L'important, dans tous les cas, est de respecter les priorités essentielles.

# Les erreurs à éviter



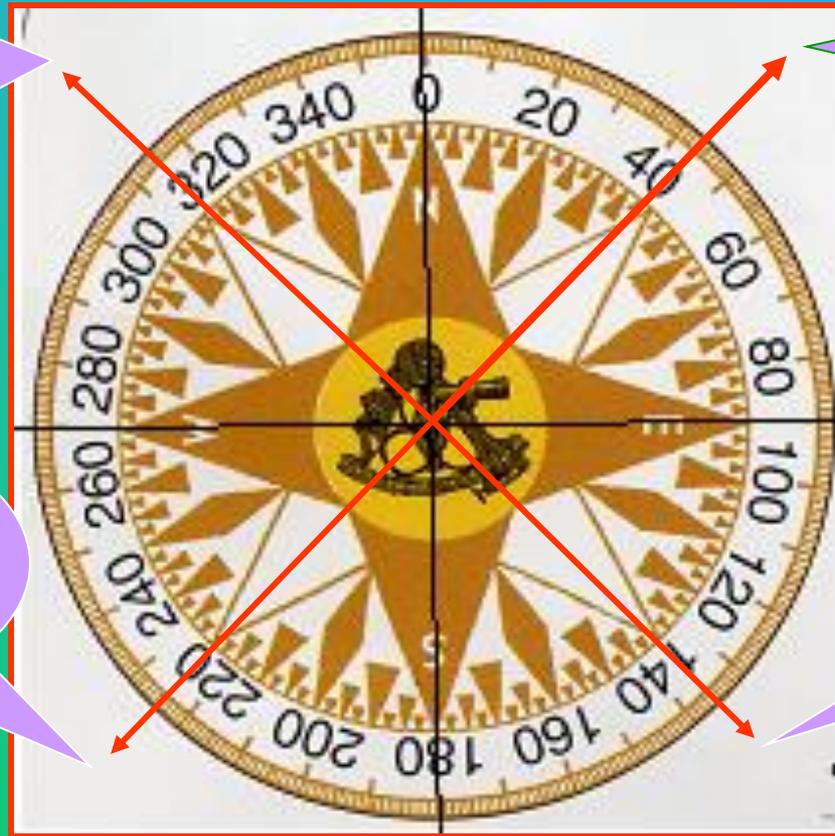
**Il faut pouvoir lire les indication inscrites dans la flèche et surtout ... le bon chiffre est celui qui se lit dans le bon sens.**



## Sans oublier un minimum de bon sens...

Vous connaissez les quatre directions cardinales...

Si je vais dans cette direction la règle Cras doit indiquer de  $270^\circ$  à  $360^\circ$



Si je vais dans cette direction la règle Cras doit indiquer de  $0^\circ$  à  $90^\circ$

Si je vais dans cette direction la règle Cras doit indiquer de  $180^\circ$  à  $270^\circ$

Si je vais dans cette direction la règle Cras doit indiquer de  $90^\circ$  à  $180^\circ$

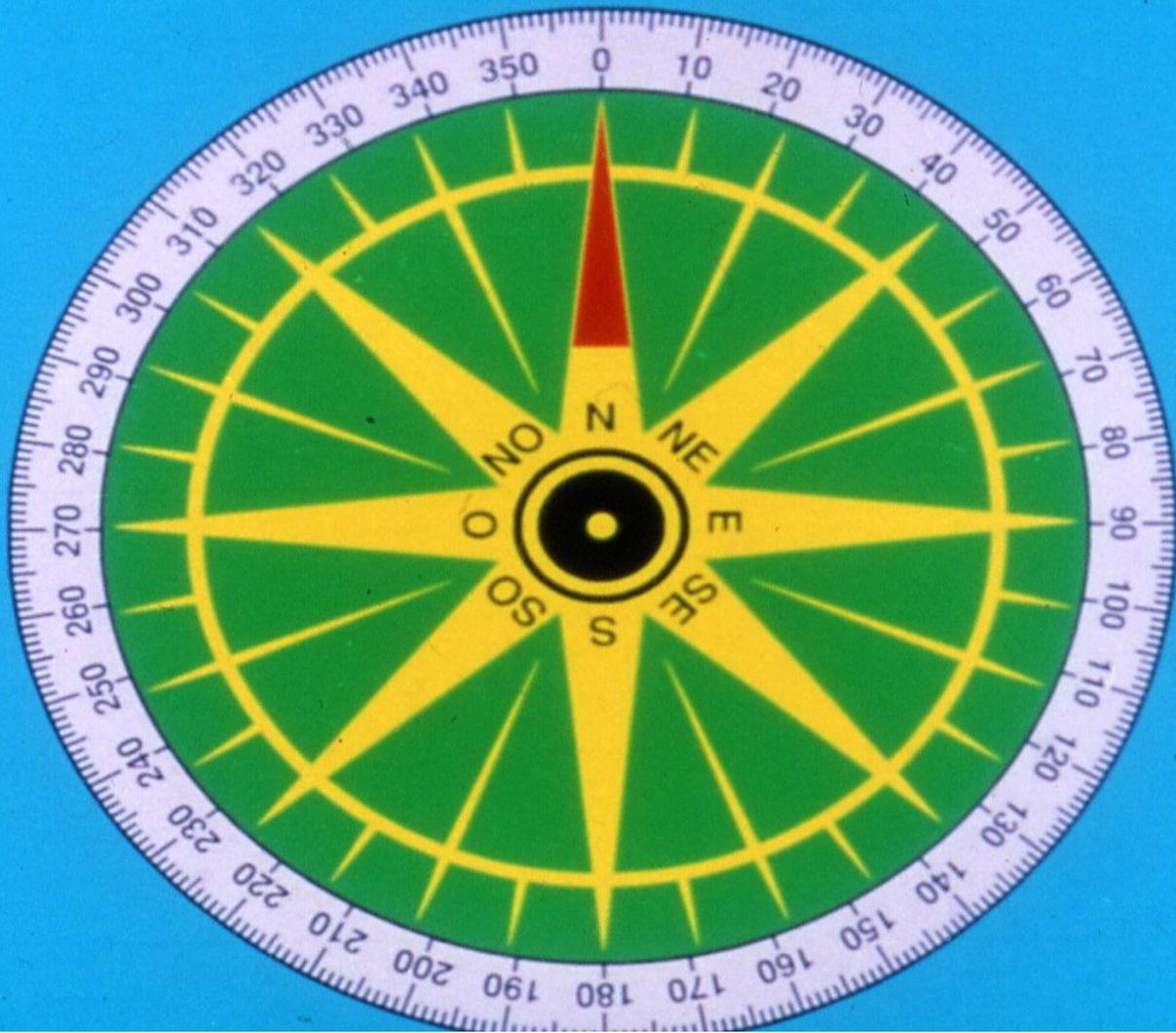


## Série N 200 : LE COMPAS

Textes : Henri VAGNON

Extraits de la carte marine N°7033  
du Service Hydrographique  
et Océanographique de la Marine  
reproduits avec son autorisation N°317/93

Cette série de diapositives est certainement la plus importante de votre cours de préparation au permis de conduire en mer les navires de plaisance à moteur. Elle traite de l'utilisation du compas. Vous apprendrez ainsi à faire un relèvement, un gisement et vous aborderez la route et la dérive. Cette série suit de près le plan du Code Vagnon de la mer auquel vous pourrez vous reporter s'il le faut.



Le principe du compas est celui de la boussole. Il sert à indiquer le Nord au navire.

Le compas se compose d'une aiguille aimantée faisant corps avec une rose des vents graduée de 0 à 360 degrés, indiquant donc les différents points cardinaux.



L'orientation du navire se lit au droit d'un repère gravé sur la cuvette (c'est le petit trait noir que nous voyons), qui matérialise l'axe longitudinal du navire et que l'on appelle la ligne de foi.

Si nous lisons 135 au droit de la ligne de foi, cela signifie que le cap du navire est au 135. Mais il s'agit du Cap compas, comme on le verra tout-à-l'heure.

**1. Nord compas** → lu sur le compas en situation normale

**2. Nord magnétique** → lu sur le compas sans perturbation magnétique

**3. Nord vrai** → le Nord de la carte

Le Nord qu'indique le compas n'est pas, en effet, celui qu'indique la carte marine... Il existe trois directions du Nord :

- le Nord du compas, lu sur le compas installé à bord et qui est affecté par la présence de masses métalliques proches, comme des circuits électriques par exemple ;
- le Nord magnétique, qui est celui qu'indiquerait le compas si on le débarrassait de ces masses métalliques proches ;
- le Nord vrai, qui est celui des méridiens de la carte marine et en fonction duquel on tracera ou on lira notre route sur la carte. C'est le Nord géographique.

**Cc**

**d**

**Cm**

**D**

**Cv**

Les corrections qui seront à faire dans l'utilisation du compas nécessitent l'emploi de formules algébriques que nous donnerons tout au long de ce cours.

Mais ceux d'entre vous qui ne sont pas matheux pourront utiliser, à la place des formules, le tableau d'enchaînement des opérations que vous voyez ici.

<b>Cc</b>	<b>d</b>	<b>Cm</b>	<b>D</b>	<b>Cv</b>
<b>135</b>	<b>+2</b>	<b>137</b>	<b>-5</b>	<b>132</b>



Si vous lisez le tableau de gauche à droite, c'est-à-dire si vous partez du Cap compas (Cc) de 135 que vous avez lu tout-à-l'heure, l'addition des chiffres marqués en rouge vous donne successivement Cm et Cv :

135 plus 2 égale 137 moins 5 égale 132.

<b>Cc</b>	<b>d</b>	<b>Cm</b>	<b>D</b>	<b>Cv</b>
<b>135</b>	<b>+2</b>	<b>137</b>	<b>-5</b>	<b>132</b>

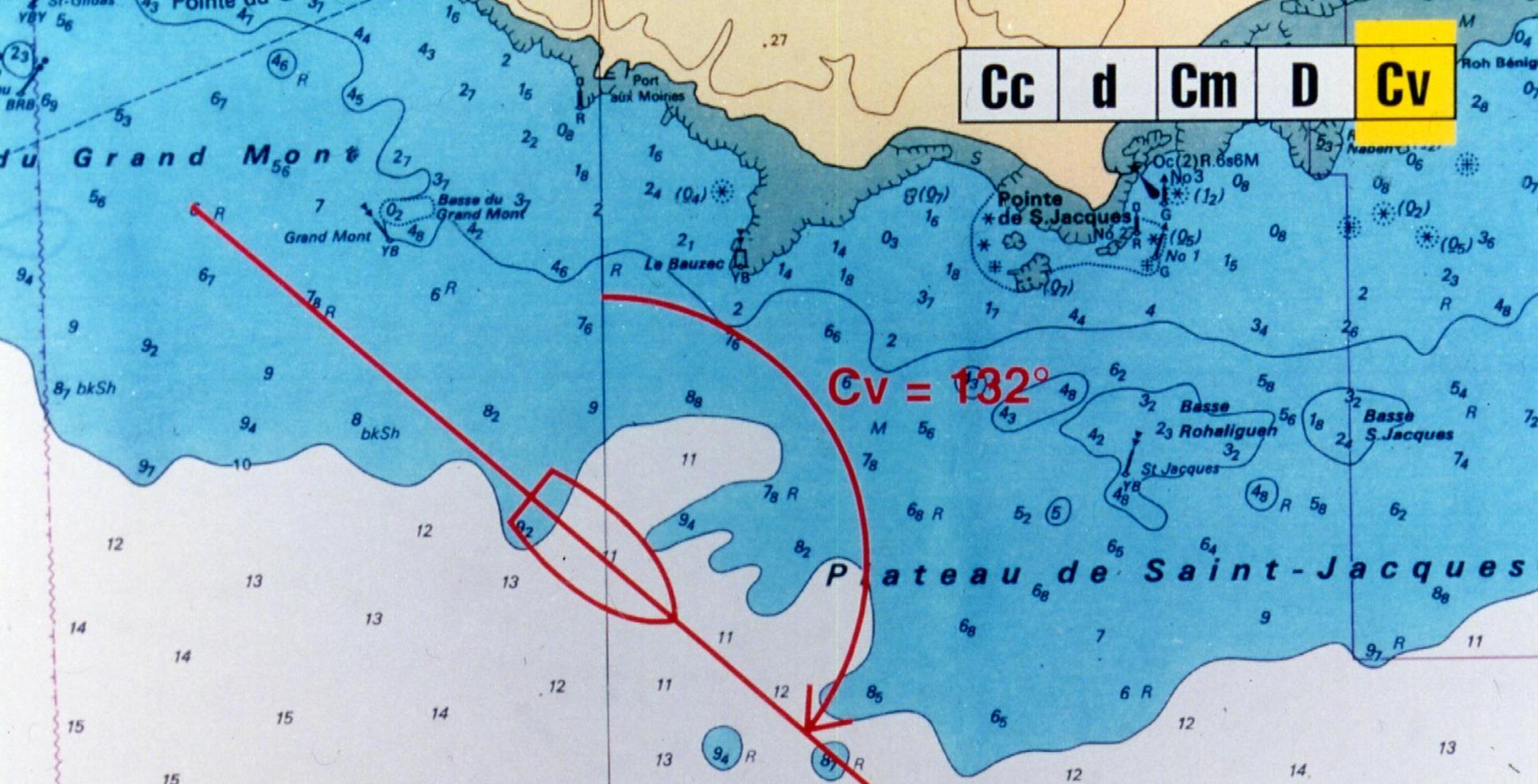


$$363 = 003$$

Ce même tableau, vous pouvez le lire de droite à gauche si vous connaissez Cv, pour obtenir Cc. Mais, dans ce cas, vous inversez les signes de "d" et "D" figurant ici en rouge. Cela donne :

132 plus 5 égale 137 moins 2 égale 135.

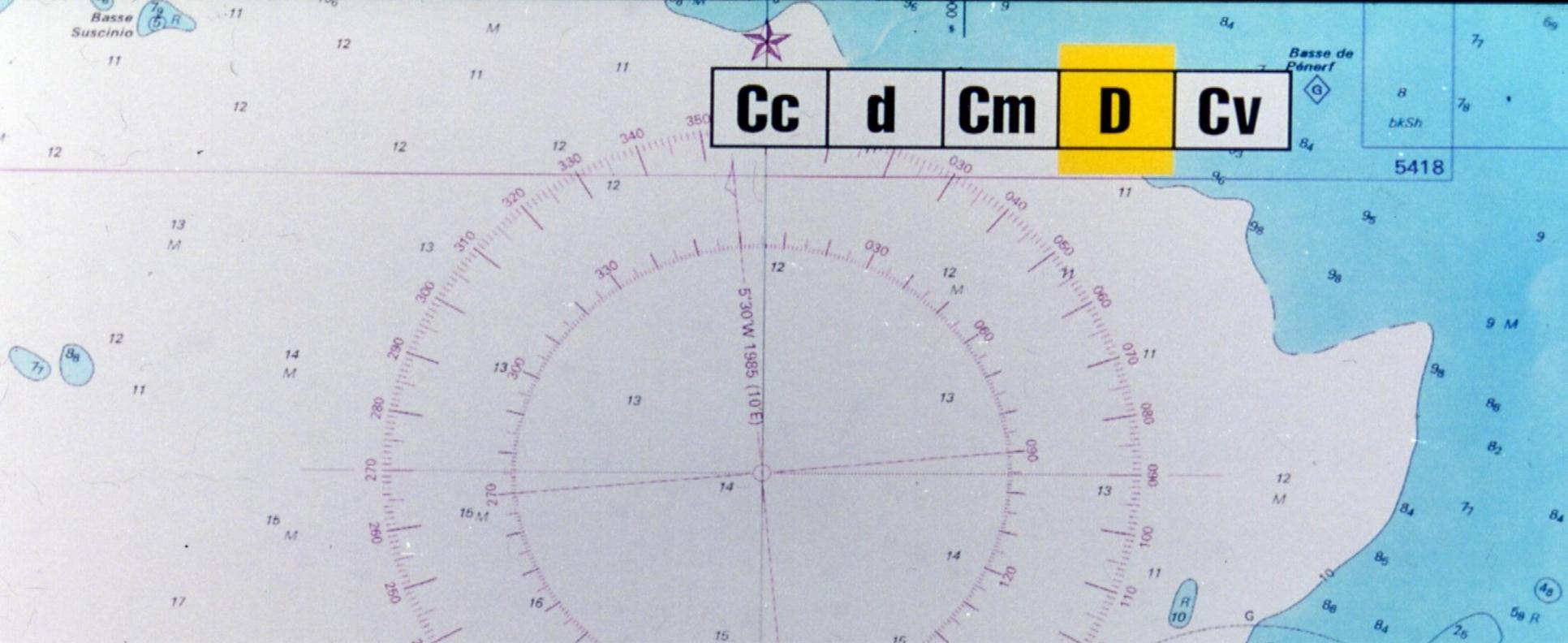
Dans un cas comme dans l'autre, si vous obtenez, pour Cc ou Cv un chiffre légèrement supérieur à 360, vous lui enlevez 360. Un Cv de 363, par exemple, est un Cv de 003.



Le Cap vrai (Cv) est l'angle que fait l'axe du navire avec le Nord de la carte marine qui est le Nord vrai, comme on vient de l'apprendre.

Le Cap vrai est le cap qu'on trace ou qu'on lit sur la carte.

Pour reprendre l'exemple de la vue précédente, le Cap vrai de ce navire est 132.  $Cv = 132$ .

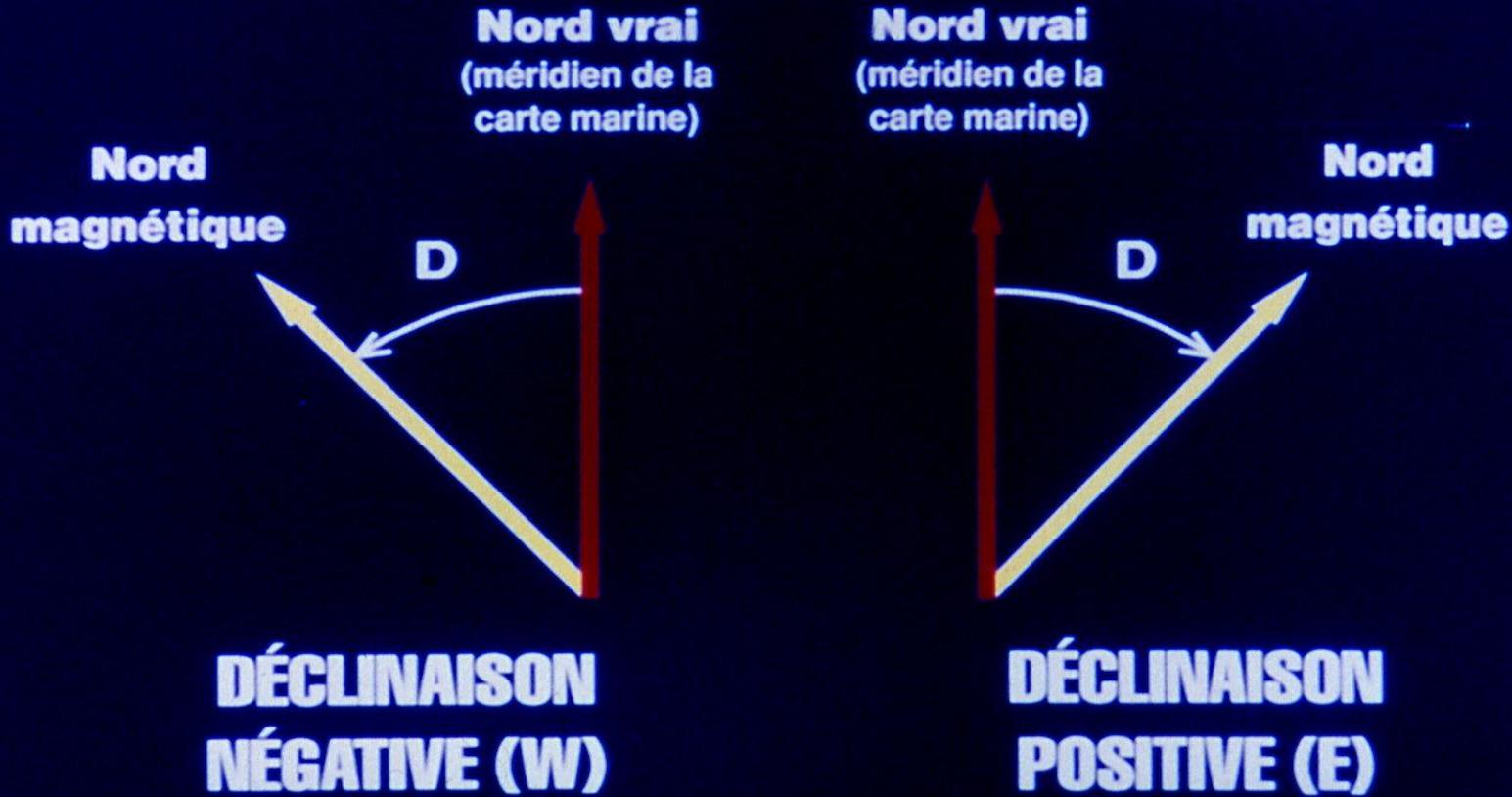


Cc d Cm **D** Cv

Un compas placé à terre et non perturbé par des masses métalliques proches indiquerait le Nord magnétique et non le Nord vrai de la carte. Cet effet, dû à l'influence du champ magnétique terrestre, s'appelle la Déclinaison magnétique (D).

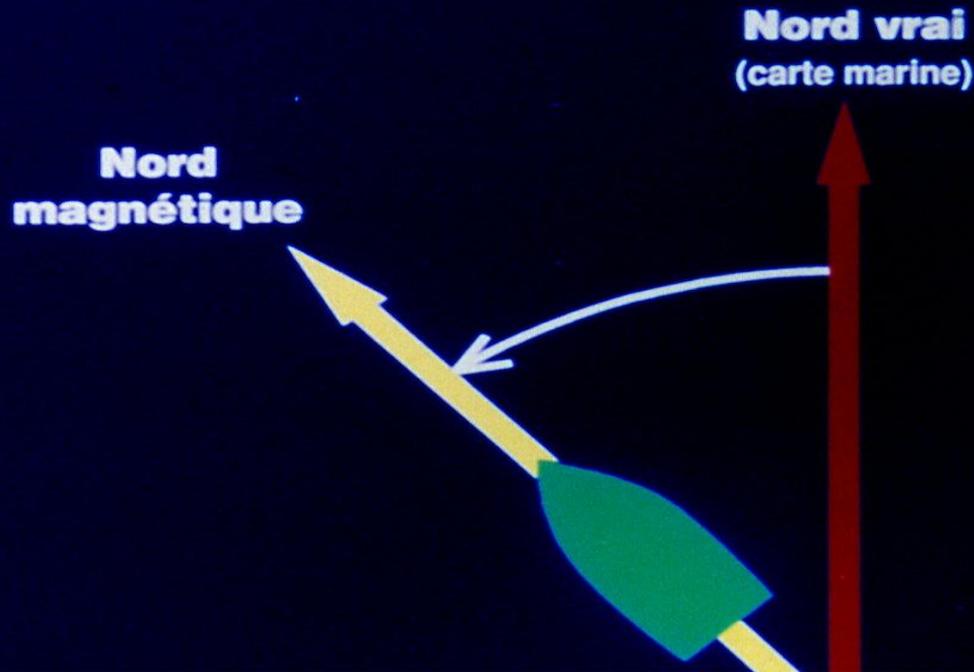
Comme nous l'avons vu dans la série de diapositives sur la carte marine, la carte 7033 comporte deux roses des vents indiquant la déclinaison.

Dans cette même série de diapos sur la carte marine, vous avez appris à calculer la valeur de la déclinaison. La flèche indiquant que la déclinaison était de 5 degrés 30 minutes Ouest en 1985 et que cette valeur varie en se déplaçant chaque année de 10 minutes vers l'Est, le calcul est facile à faire pour trouver la déclinaison de l'année en cours.



La Déclinaison magnétique est négative (ou "Ouest") quand le Nord magnétique indiqué par le compas tombe à gauche du Nord vrai, celui du méridien de la carte marine. C'est le cas le plus fréquent dans nos régions, comme on l'a vu sur la diapo précédente.

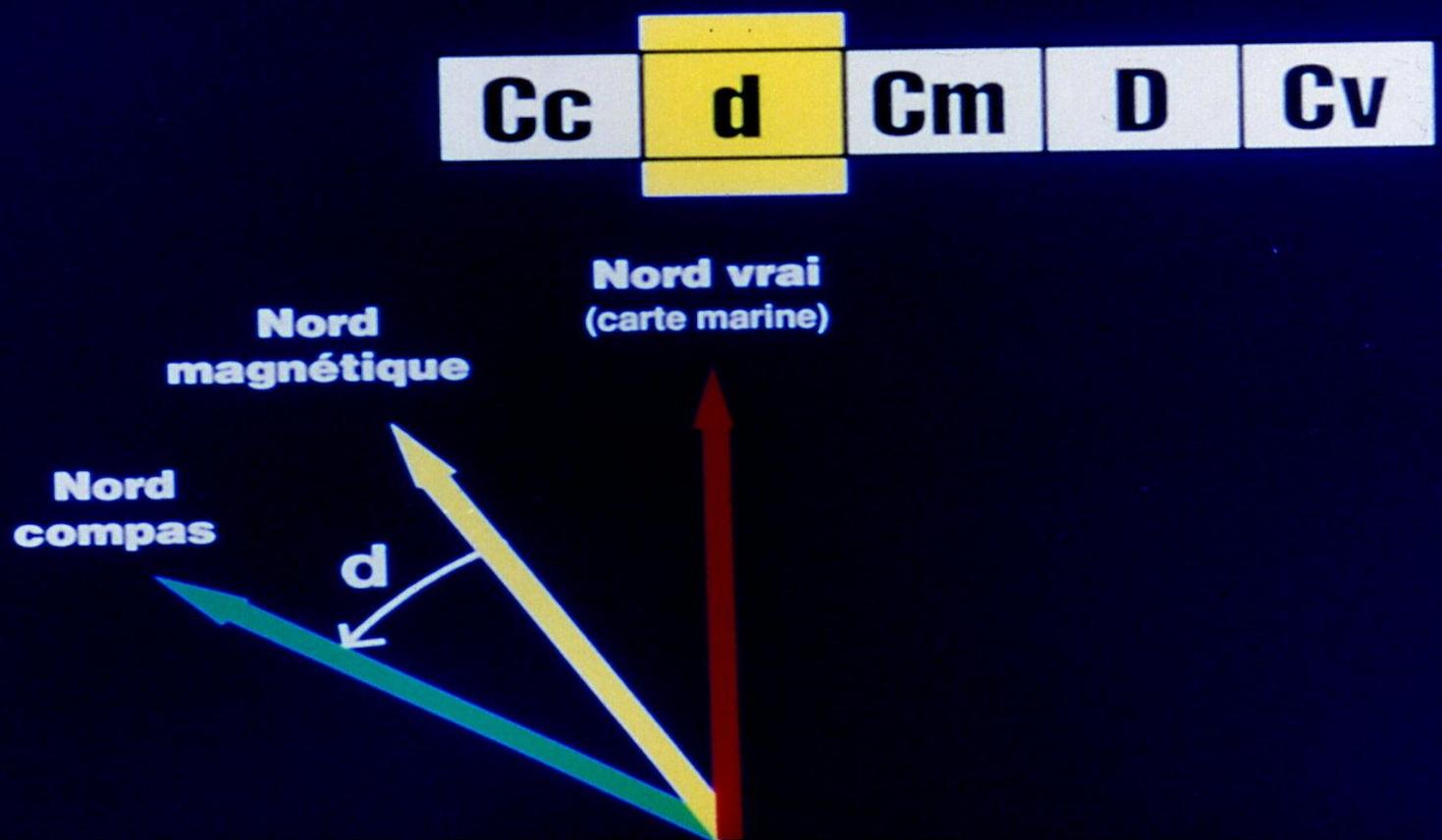
Inversement, la Déclinaison est positive (ou "Est") quand le Nord magnétique tombe à droite du Nord vrai.



Le Cap magnétique (Cm) est l'angle que fait l'axe du navigateur avec le Nord vrai, celui de la carte.

Dans la pratique, il n'est qu'une étape dans les calculs qui permettent d'aller du Cap vrai (Cv) au Cap compas (Cc) ou inversement, comme on le voit sur le tableau d'enchaînement des opérations.

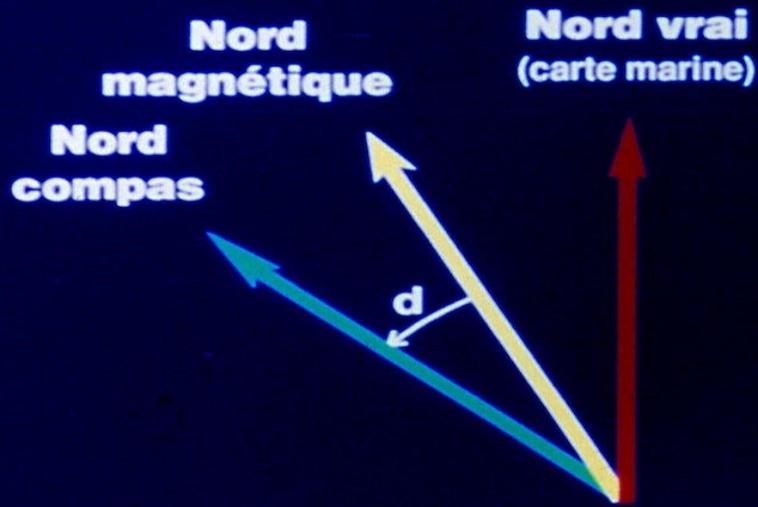
Et, comme on le verra tout-à-l'heure, on ne s'en sert pas quand on connaît la Variation du compas.



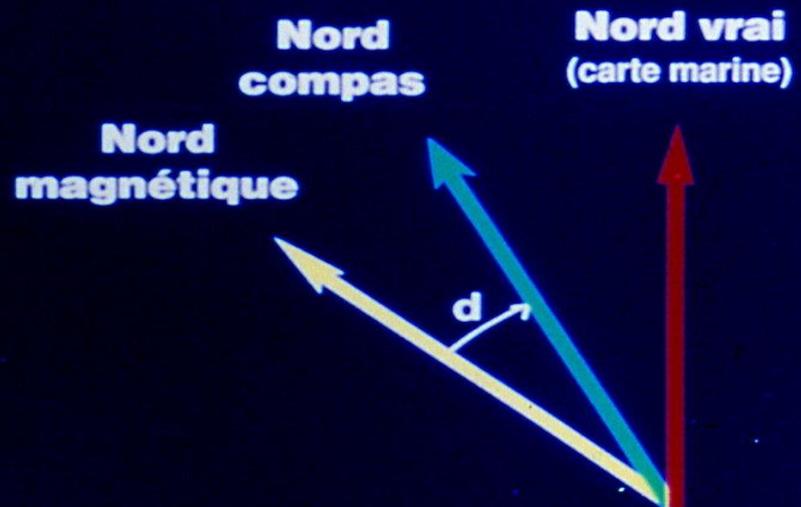
Nous allons maintenant étudier la déviation du compas, symbolisée par la lettre "d".

La présence de masses métalliques ou de circuits électriques à proximité du compas installé sur le navire a pour effet de perturber le fonctionnement de l'appareil.

Le compas qui devrait indiquer le Nord magnétique en l'absence de ces masses métalliques indique alors une nouvelle direction, celle du Nord compas.



**DÉVIATION  
NÉGATIVE (W)**

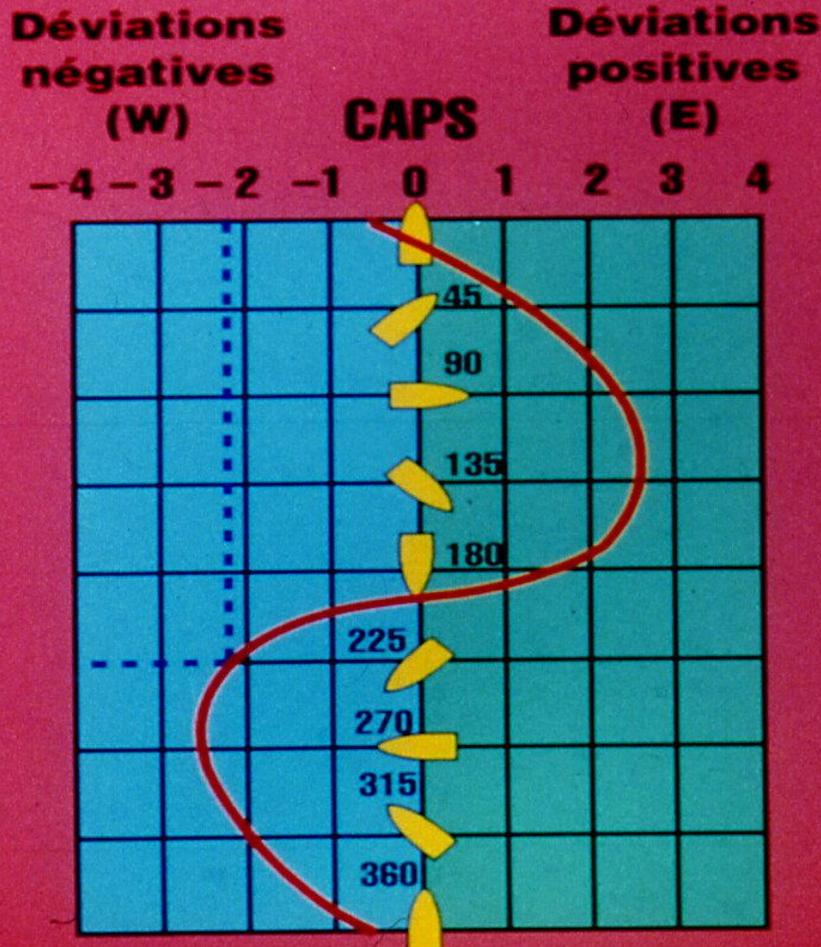


**DÉVIATION  
POSITIVE (E)**

La déviation est négative quand le Nord compas tombe à gauche du Nord magnétique (nous disons bien : Nord magnétique et non pas Nord vrai).

La déviation est positive quand le Nord compas tombe à droite du Nord magnétique.

Etudiez bien le croquis de droite. On a dit que la Déclinaison est en général négative dans nos régions. Le Nord magnétique tombe donc à gauche du Nord vrai. Mais la déviation, elle, peut fort bien être positive. Le Nord compas tombe donc alors à droite du Nord magnétique.



On établit donc pour chaque compas une "courbe de déviation", établie en général par un spécialiste. La courbe donne la valeur de la déviation pour chaque cap. Vous remarquerez que la déviation est plus importante aux alentours de 90 et de 270° et qu'elle est plus faible aux alentours de 0 et 180°.

<b>Cc</b>	<b>d</b>	<b>Cm</b>	<b>D</b>	<b>Cv</b>
-----------	----------	-----------	----------	-----------

**135   +2   137   -5   132**

<b>Cc</b>	<b>W</b>	<b>Cv</b>
-----------	----------	-----------

**135   -3   132**

$$\begin{aligned}
 W &= D + d \\
 &= -5 + (+2) = -3
 \end{aligned}$$

On appelle Variation la somme algébrique de la Déclinaison et de la déviation.

Le symbole est la lettre W, à ne pas confondre avec le W qui signifie "Ouest" en anglais.

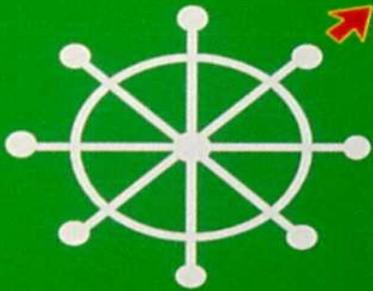
On a donc la formule :  $W = D + d$ .

Le tableau d'enchaînement est aussi clair que la formule.

Nous avons repris les chiffres de l'exemple donné au début de cette série. Vous constatez, aussi bien par la formule que par le tableau, que la Variation, ici, est égale à moins 3 [moins 5 plus (plus 2)].



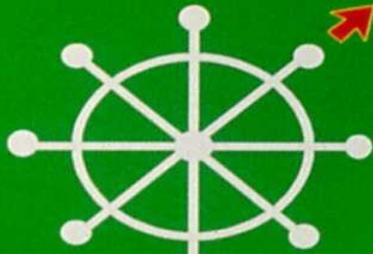
**Cap à tenir**



**Route à suivre**



**Cap lu au compas**



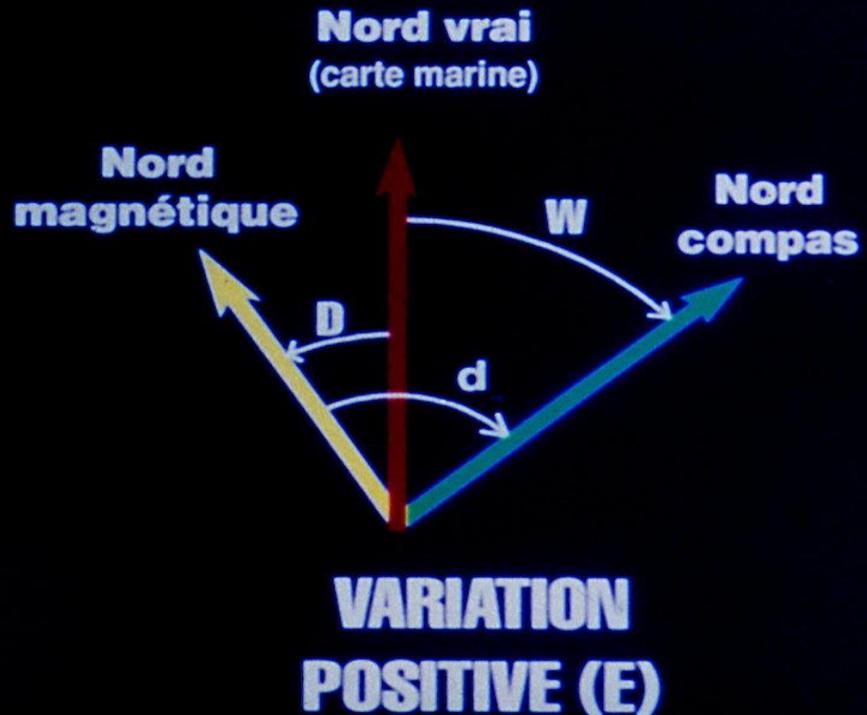
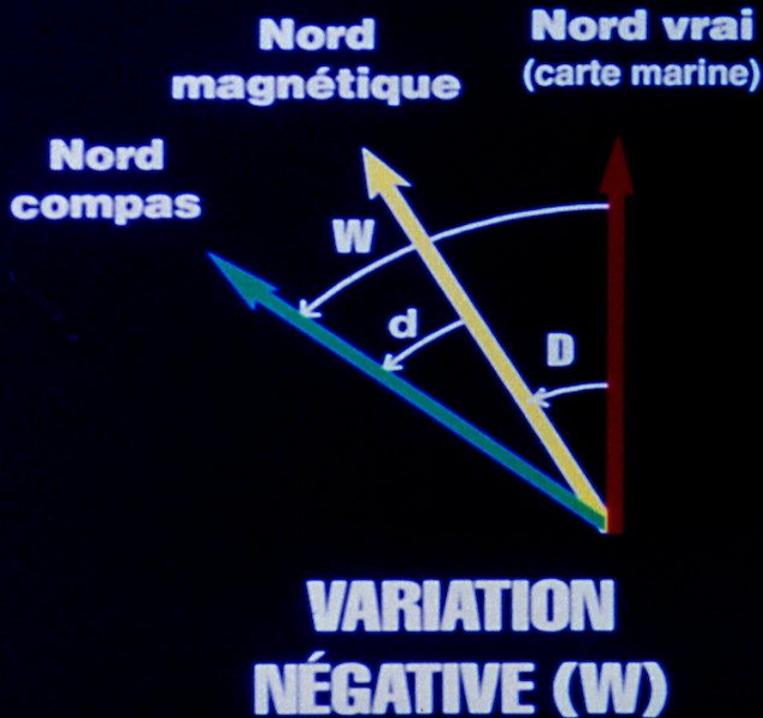
**Route qui est faite**



Vous trouverez souvent la Variation dans les énoncés des problèmes à l'examen. La lecture du tableau en est facilitée puisque vous n'avez plus à calculer le Cap magnétique, devenu inutile.

La Variation permet donc de passer directement du Cap vrai, tracé sur la carte, au Cap compas, celui qu'on devra observer sur le compas du navire.

Et inversement de passer directement du Cap compas qu'on lit sur le compas du navire au Cap vrai qu'on pourra tracer sur la carte pour connaître notre route.



La Variation est négative (ou "Ouest") si le Nord compas tombe à gauche du Nord vrai.

Elle est positive (ou "Est") si le Nord compas tombe à droite du Nord vrai.

Sur ces deux croquis, nous avons également fait figurer la Déclinaison (D) et la déviation (d), ce qui vous permettra une petite récapitulation.



<b>Cc</b>	d	<b>Cm</b>	<b>D</b>	<b>Cv</b>
-----------	---	-----------	----------	-----------

ou

<b>Cc</b>	<b>W</b>	<b>Cv</b>
-----------	----------	-----------

Le Cap au compas (Cc) est l'angle que fait l'axe du navire avec la direction du Nord lue au compas du bord.

C'est celui qu'on lit sur la ligne de foi du navire.

Sur l'exemple que vous voyez en ce moment, le Cap compas est de 135.

De cette lecture du compas, vous pourrez calculer votre route sur la carte par le Cap vrai (Cv), en fonction de la déviation (d), de la Déclinaison (D) ou, plus simplement, de la Variation (W), comme l'indique le tableau.

**A**

$$-15 + (-3) = -18$$

$$+10 + (+7) = +17$$

**B**

$$+18 + (-6) = +12$$

$$-7 + (+10) = +3$$

**C**

$$120 - (+10) = 120 + (-10) = +110$$

$$68 - (-4) - (+3) = 68 + (+4) + (-3) = 69$$

Pour ceux d'entre vous qui préféreront utiliser les formules algébriques à la place du tableau d'enchaînement des opérations, rappelons quelques règles de calcul algébrique :

<b>Cc</b>	<b>d</b>	<b>Cm</b>	<b>D</b>	<b>Cv</b>
-----------	----------	-----------	----------	-----------

**135    +2    137    -5    132**

<b>Cc</b>	<b>W</b>	<b>Cv</b>
-----------	----------	-----------

**135            -3            132**

$$\mathbf{Cv = Cc + W = 135 + (-3) = 132}$$

$$\mathbf{Cc = Cv - W = 132 - (-3) = 135}$$

la Variation, nous donne :

Cap compas 135

Variation        -3

Cap vrai         132

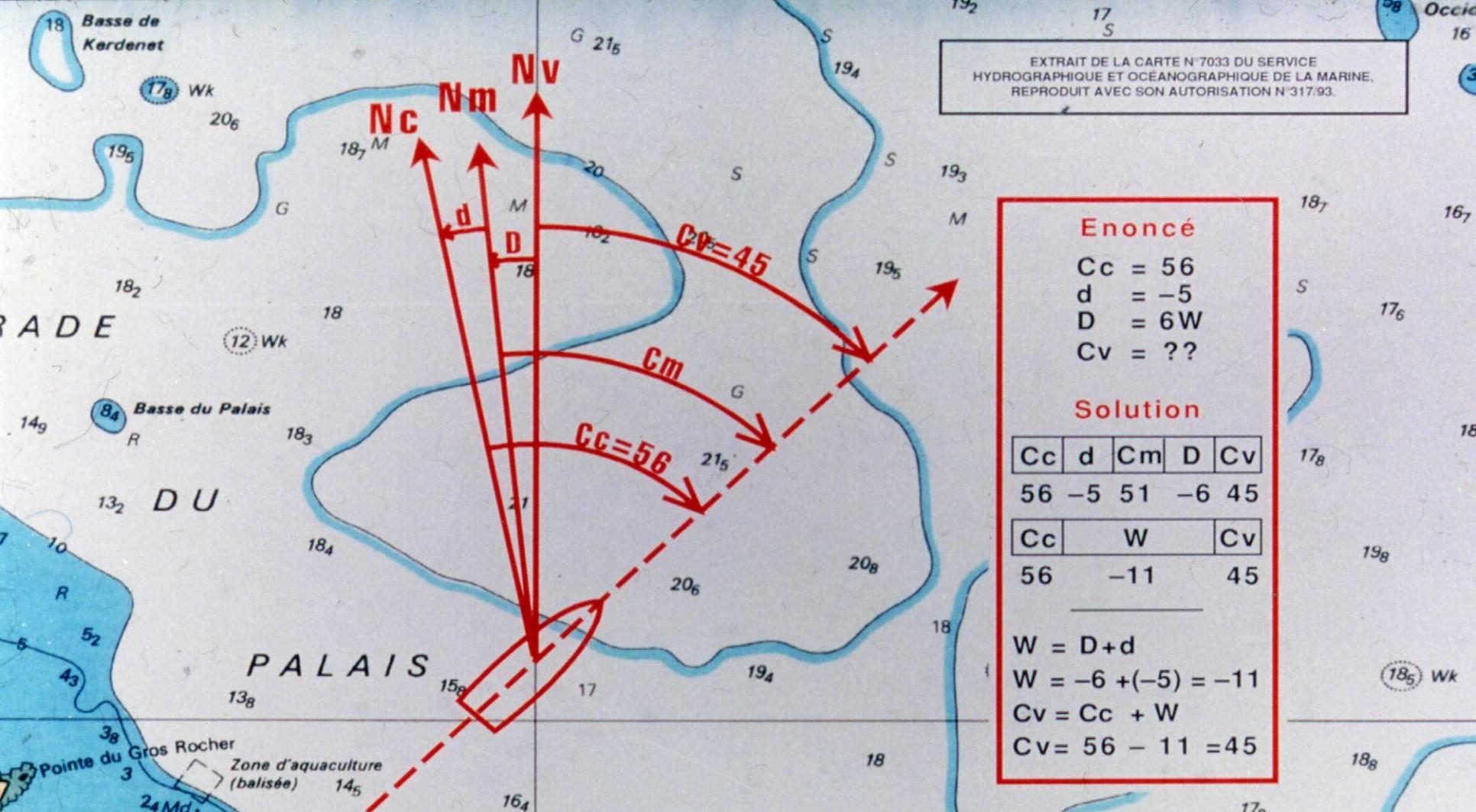
Algébriquement, les deux formules à connaître, qui sont :

Cap vrai = Cap compas + Variation

et

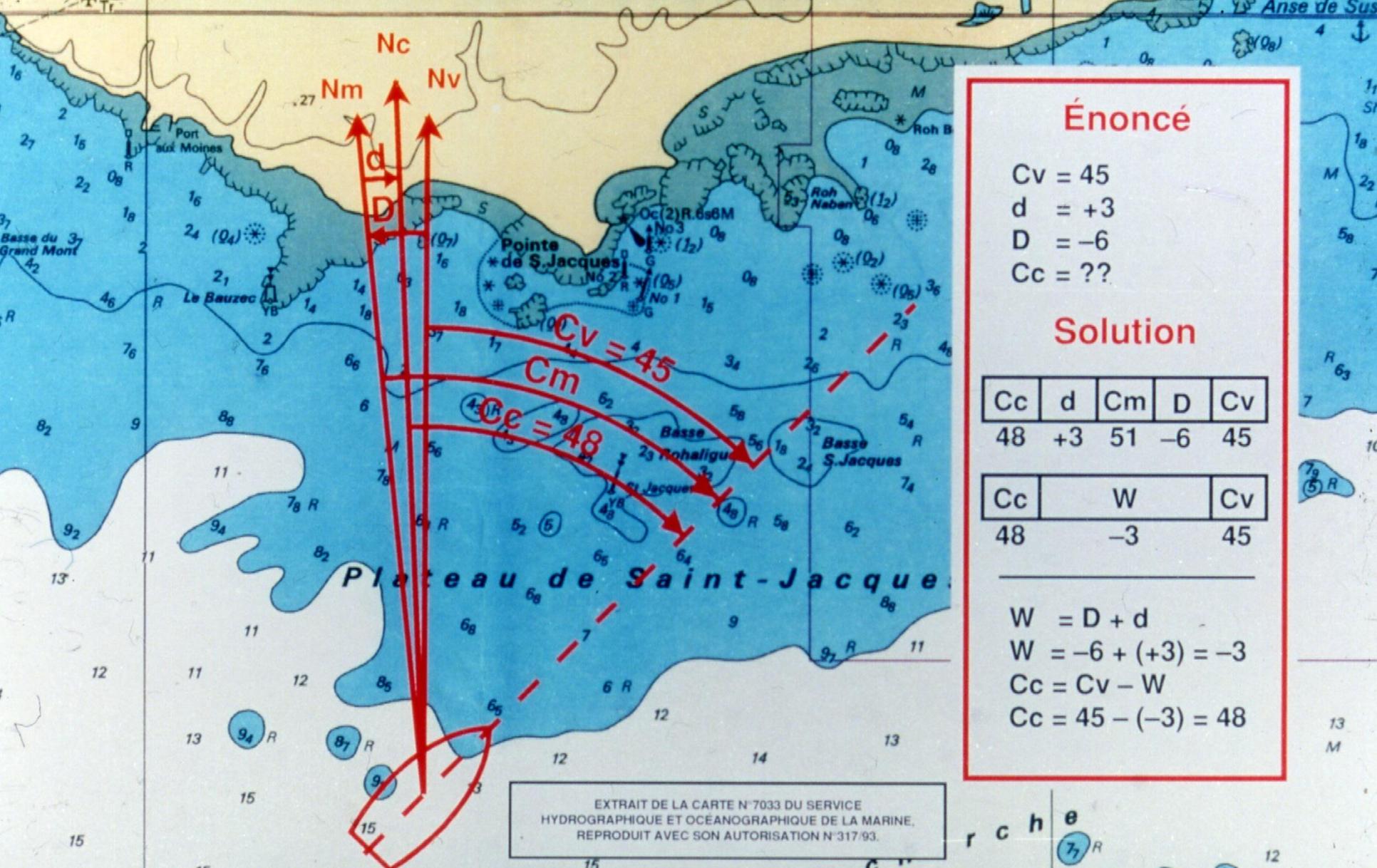
Cap compas = Cap vrai - Variation

donnent le même résultat.

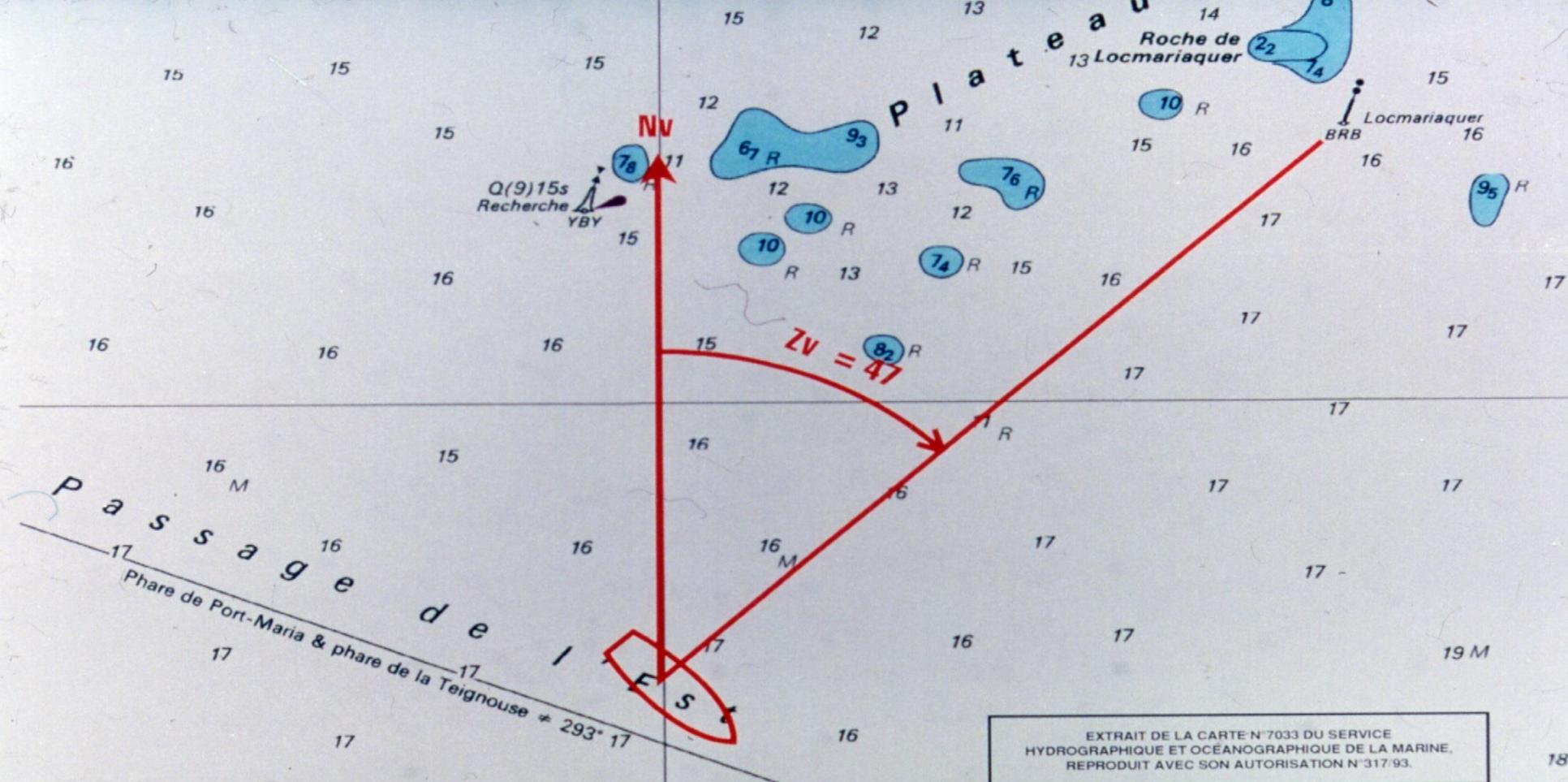


Votre navire suit un Cap compas 56. Sachant que la déviation est de -5, la Déclinaison 6 Ouest, quel Cap vrai fait le navire ?

En plaçant ces chiffres sous le tableau, on voit tout-de-suite que la Variation est égale à -11 (la Déclinaison Ouest étant négative) et le Cap vrai suivi par le navire de 45.



Vous voulez suivre maintenant un Cap vrai de 45. La déviation est de + 3, la Déclinaison 6 Ouest. Quel Cap compas devez-vous adopter ?



Le relèvement, dont le symbole est la lettre Z, est l'angle formé par l'une des trois directions du Nord avec la direction d'un point remarquable, QUEL QUE SOIT LE CAP DU NAVIRE (on le voit sur cette diapo).

Le relèvement de la bouée de danger isolé de Locmariaquer de 47 degrés, est un relèvement vrai (Zv) puisque c'est l'angle du Nord vrai, celui d'un méridien de la carte, avec la direction de la bouée.

$Zv = 47.$

<b>Zc</b>	<b>d</b>	<b>Zm</b>	<b>D</b>	<b>Zv</b>
		<b>ou</b>		
<b>Zc</b>		<b>W</b>		<b>Zv</b>

$$\mathbf{Zv = Zc + W}$$

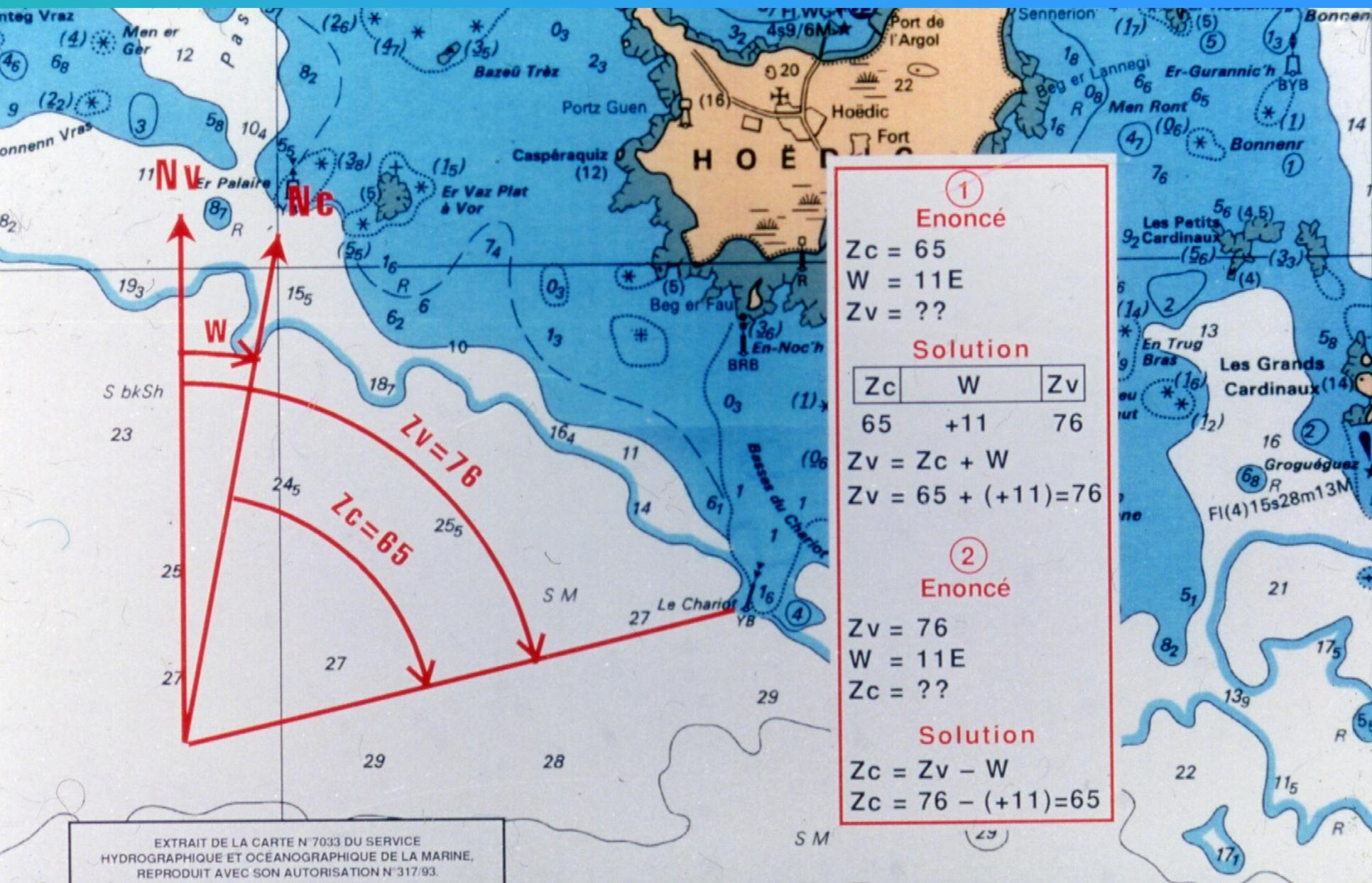
$$\mathbf{Zc = Zv - W}$$

$$\mathbf{W = Zv - Zc}$$

On a, de la même façon que le relèvement vrai :

- le relèvement au compas Zc (angle avec le Nord du compas)
- et le relèvement magnétique Zm (angle avec le Nord magnétique).

Les mêmes principes de calcul que pour les caps s'appliquent aux relèvements. On retrouve donc le même tableau dans lequel Zc remplace Cc, Zm remplace Cm et Zv remplace Cv.



①

**Enoncé**

Zc = 65  
 W = 11E  
 Zv = ??

**Solution**

Zc	W	Zv
65	+11	76

Zv = Zc + W  
 Zv = 65 + (+11) = 76

②

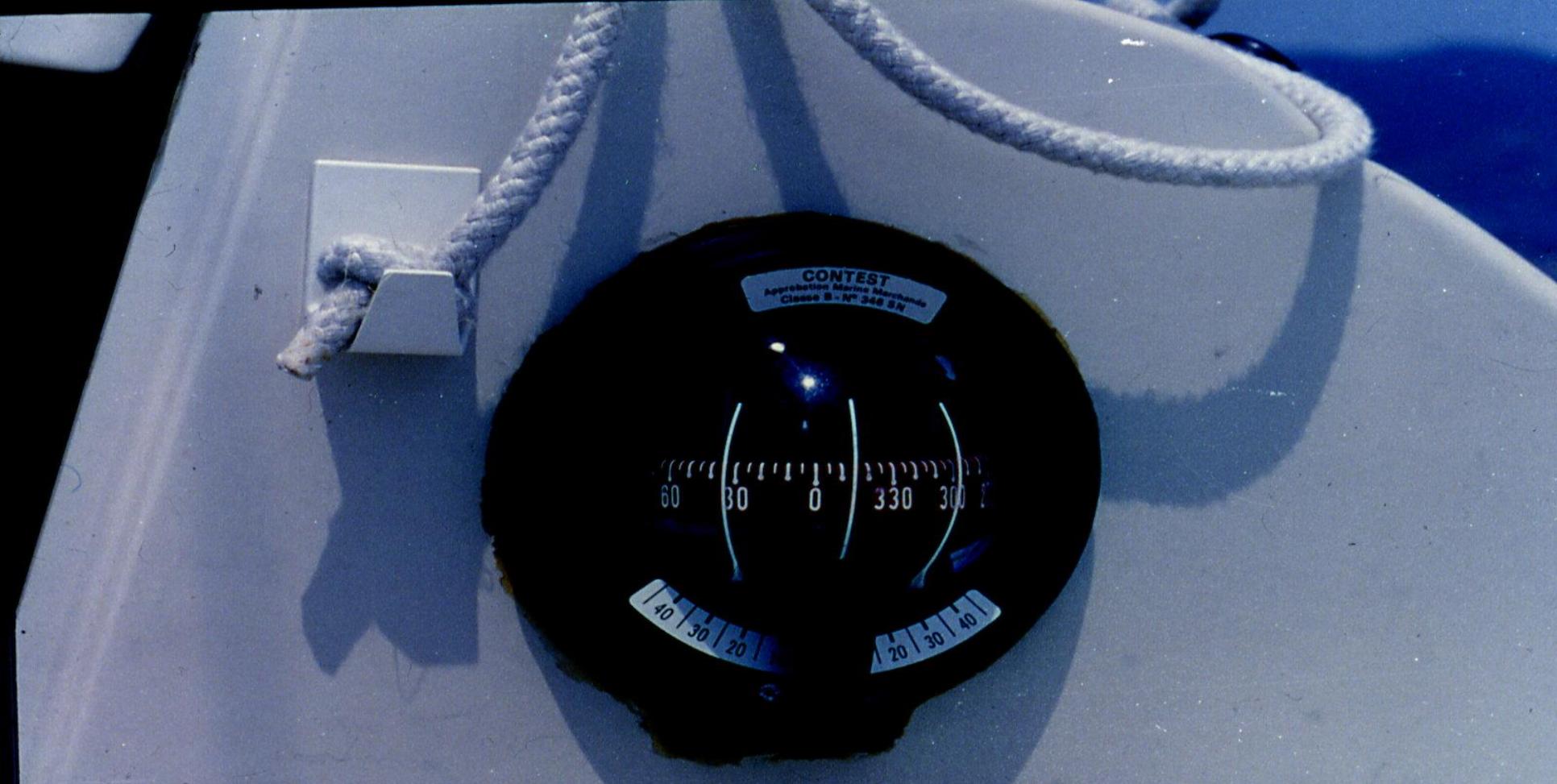
**Enoncé**

Zv = 76  
 W = 11E  
 Zc = ??

**Solution**

Zc = Zv - W  
 Zc = 76 - (+11) = 65

EXTRAIT DE LA CARTE N°7033 DU SERVICE HYDROGRAPHIQUE ET OCÉANOGRAPHIQUE DE LA MARINE, REPRODUIT AVEC SON AUTORISATION N°317/93.



Voici un compas de relèvement qui permet, comme son nom l'indique, de prendre des relèvements. A ne pas confondre avec le compas de route. Un compas de relèvement est un compas muni d'un viseur qu'on fait pivoter pour viser le point recherché : par exemple la cardinale Sud du Chariot de la diapo précédente. On lit ensuite sur le compas la valeur du relèvement effectué.

**1.  $Z_c = 145$      $W = 10$      $Z_v =$**

**2.  $Z_v = 302$      $d = -2$      $D = 5 W$      $Z_c =$**

**3.  $Z_c = 358$      $d = +6$      $D = 3 W$      $Z_v =$**

**4.  $Z_c = 070$      $Z_v = 079$      $W =$**

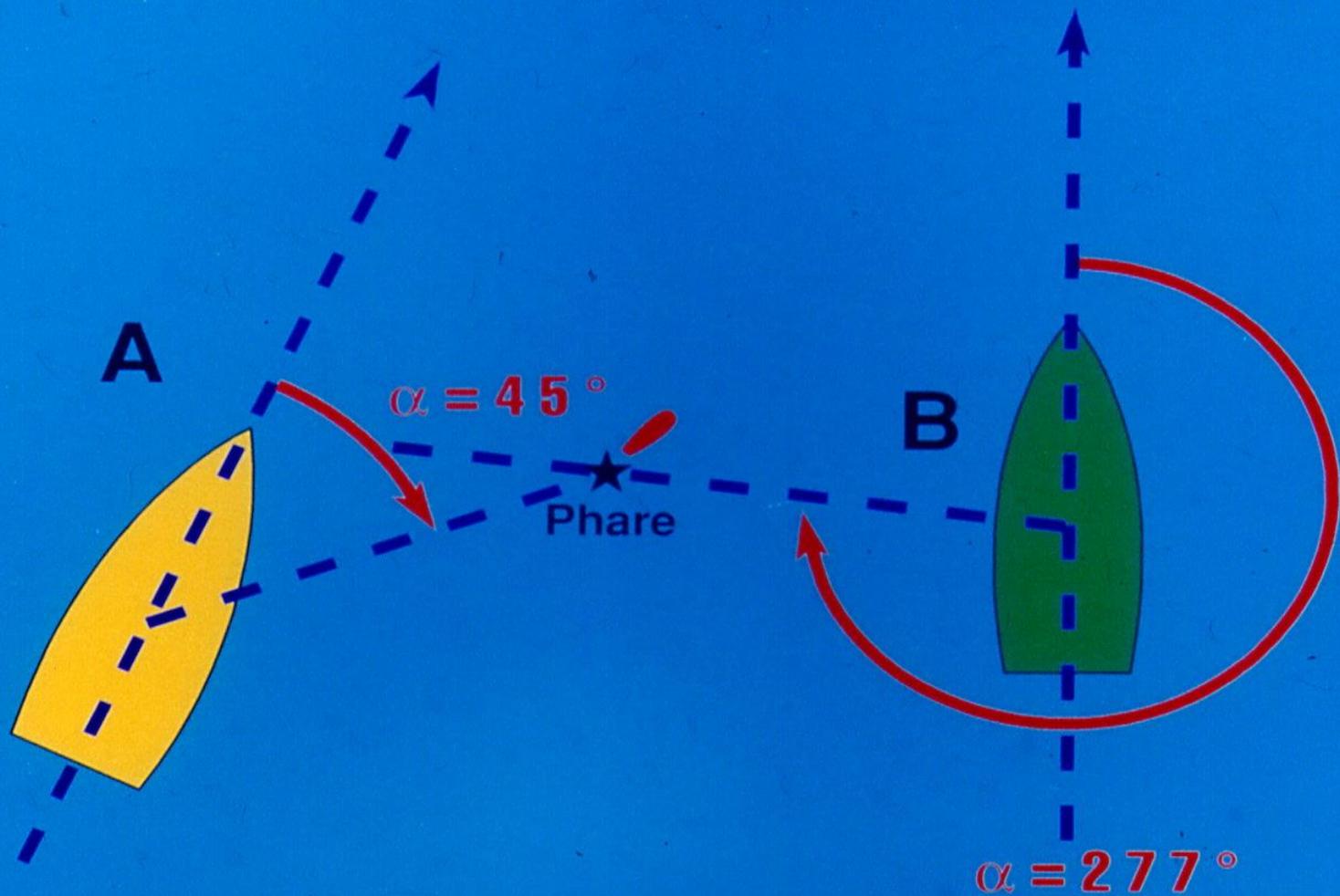
Vous pouvez résoudre ces exercices, soit en dessinant le tableau d'enchaînement, soit en appliquant les trois formules algébriques que vous avez apprises. Vous avez 30 secondes pour le faire. Les solutions seront fournies sur la diapo suivante.

**1.  $Z_c = 145$        $W = 10$        $Z_v = 155$**

**2.  $Z_v = 302$        $d = -2$        $D = 5$        $W$        $Z_c = 309$**

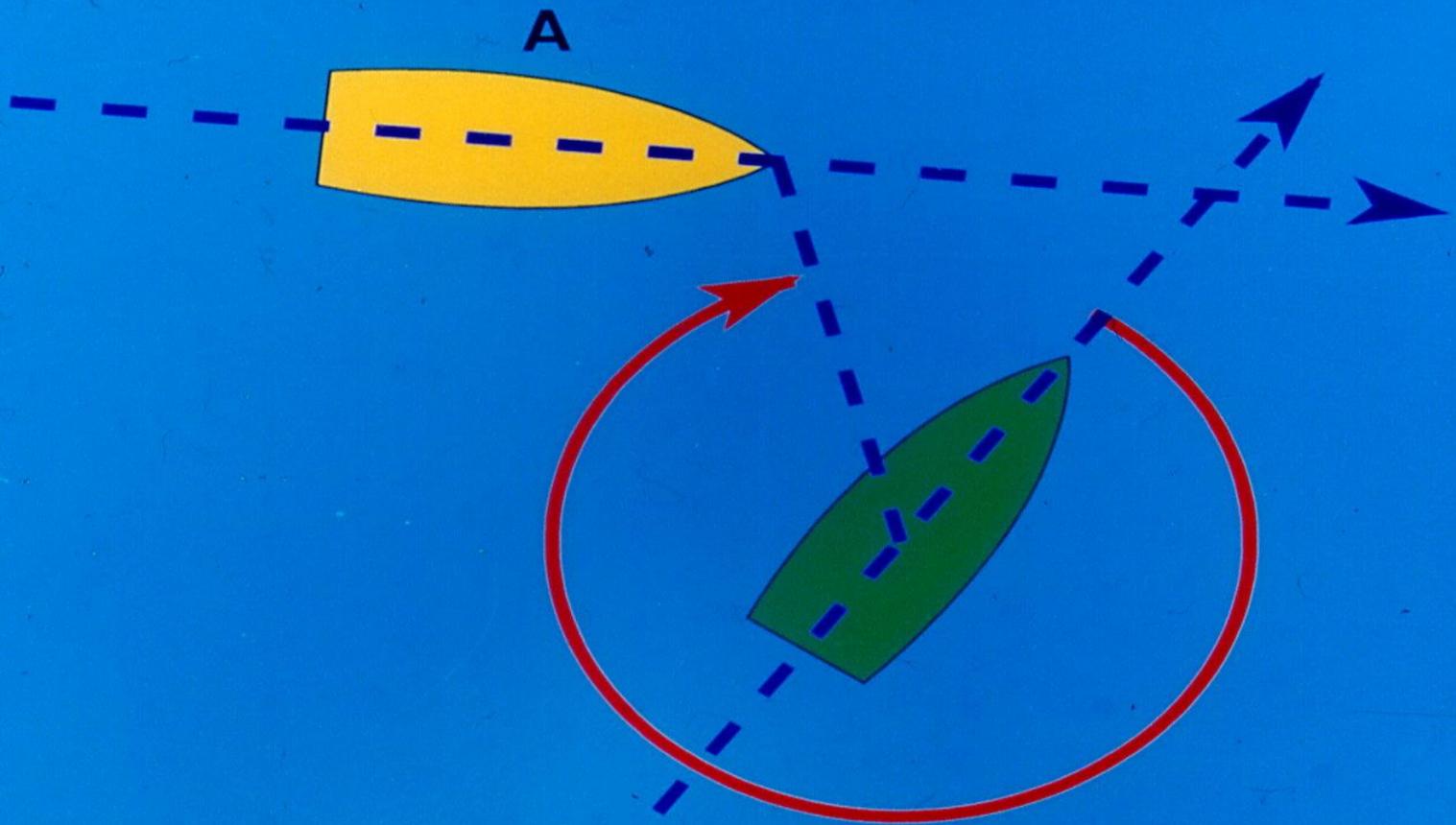
**3.  $Z_c = 358$        $d = +6$        $D = 3$        $W$        $Z_v = 001$**

**4.  $Z_c = 070$        $Z_v = 079$        $W = 9$**



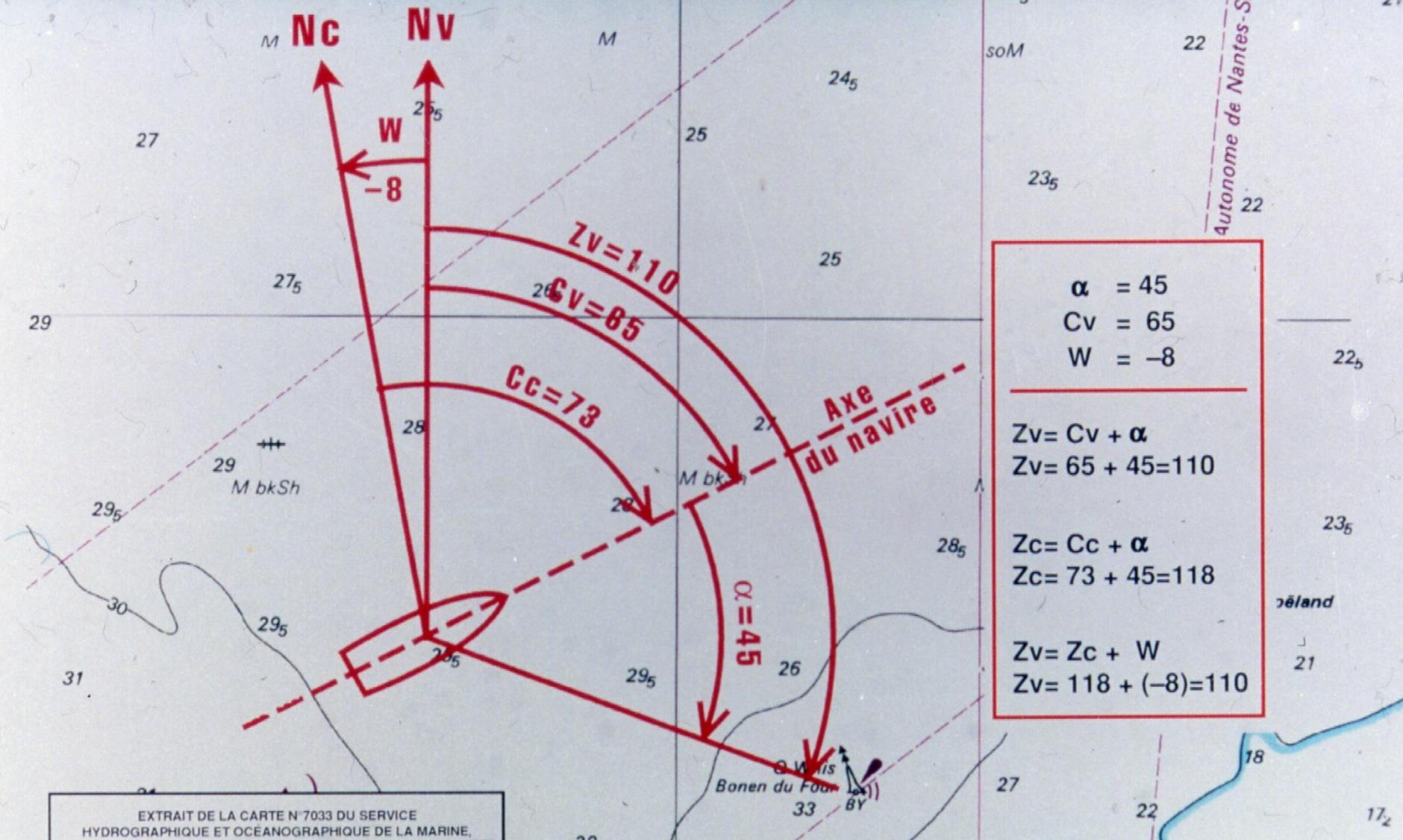
Le gisement (dont le symbole est  $\alpha$ ) est l'angle formé par la direction d'un point quelconque par rapport À L'AXE DU NAVIRE (et non plus par rapport au Nord comme le relèvement).

Il se compte de 0 à 360 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre (comme le compas), en partant de l'axe du navire, à l'avant de celui-ci.



Le gisement est utilisé pour une navigation à vue et permet une appréciation rapide d'une situation qui peut devenir délicate. Comme par exemple l'approche du navire A que vous voyez sur bâbord et qui suit une route de collision.

On mesure le gisement avec un taximètre qui est une couronne graduée de 0 à 360 degrés et dont le zéro coïncide avec la ligne de foi, c'est-à-dire l'axe du navire.



Pour passer du gisement du point observé à son relèvement, il convient d'ajouter le cap du navire. On a ainsi les deux formules :

$$Zv = Cv + \alpha$$

$$Zc = Cc + \alpha$$

<b>Cc</b>	<b>d</b>	<b>Cm</b>	<b>D</b>	<b>Cv</b>	<b>der</b>	<b>Rs</b>
-----------	----------	-----------	----------	-----------	------------	-----------

$$\mathbf{Rs = Cv + der.}$$

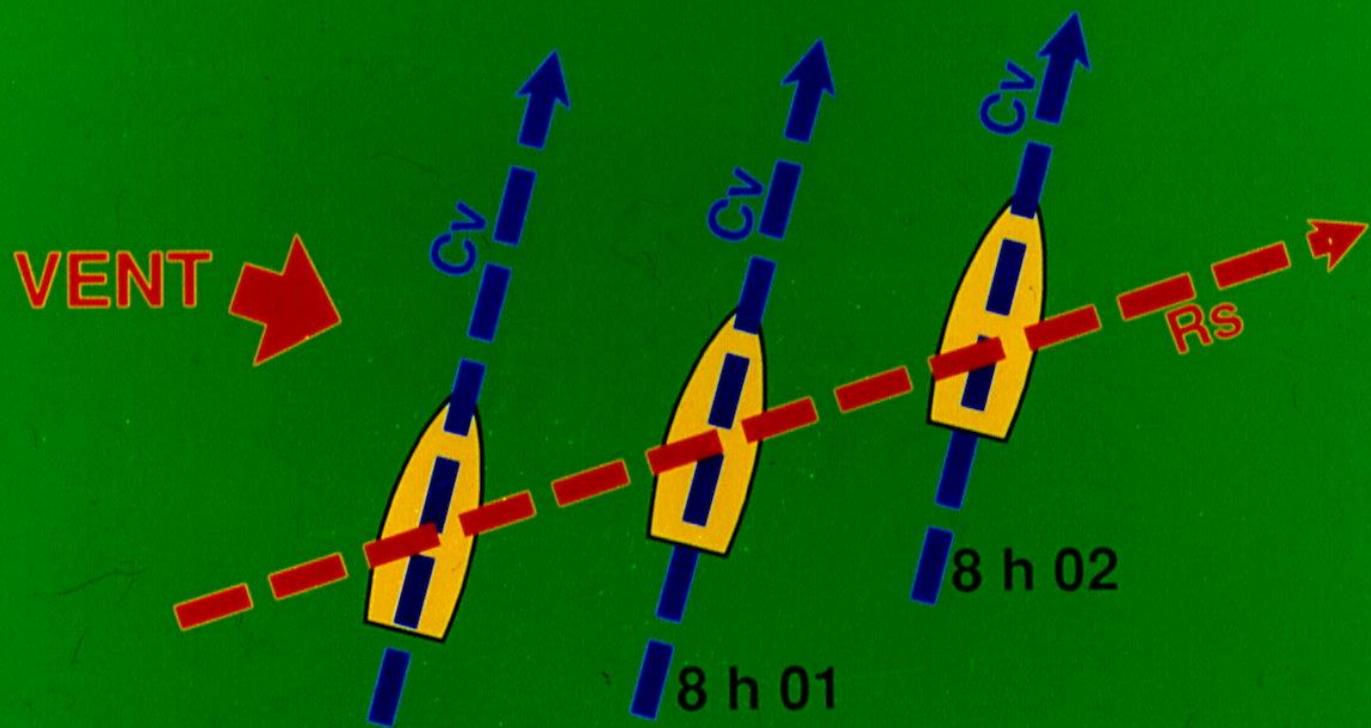
$$\mathbf{Cv = Rs - der.}$$

Nous allons voir maintenant que l'action du vent peut amener le navire à dériver et, de ce fait, la route qu'il fait à la surface de la mer et que nous aurons à tracer sur la carte ne correspond plus au cap vrai.

Nous allons donc ajouter deux éléments au tableau d'enchaînement :

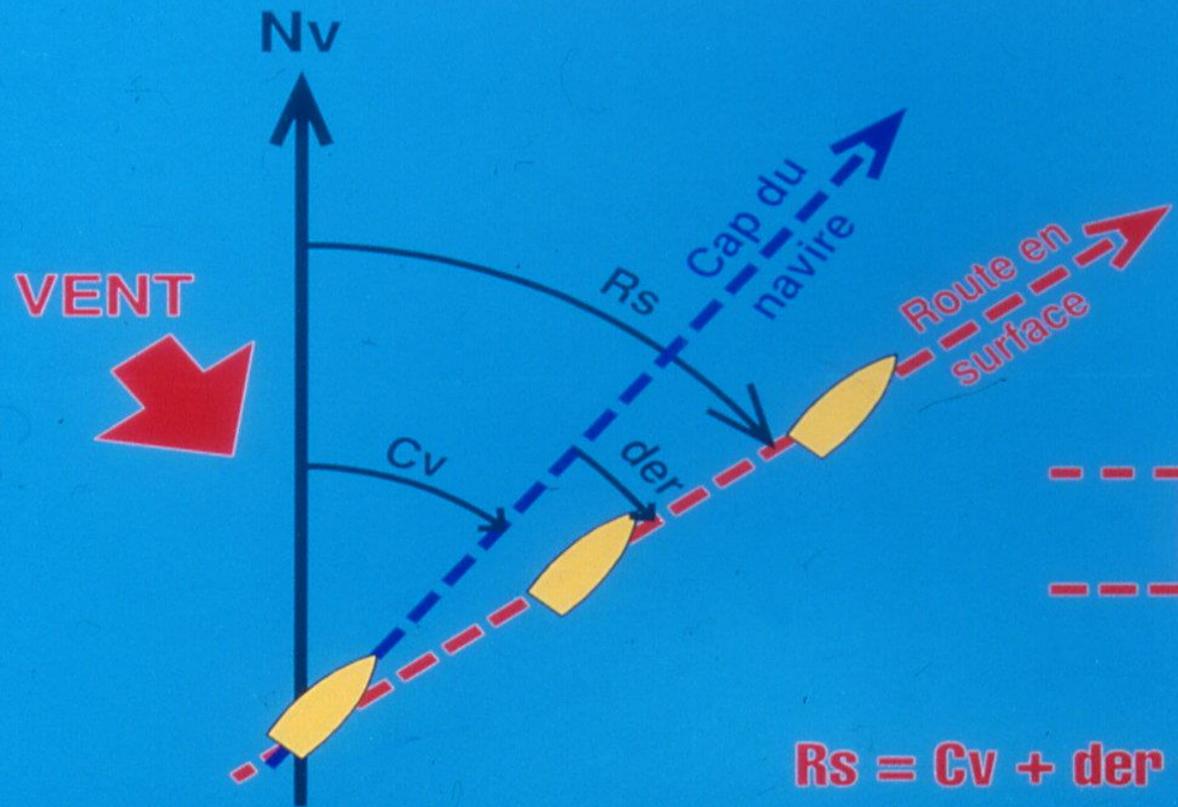
- la dérive (symbole : der.),
- la Route surface (symbole Rs) que certains appellent encore "Route vraie" puisqu'elle découle du Nord vrai.

Cc	d	Cm	D	Cv	der	Rs
----	---	----	---	----	-----	----



Lorsque le navire subit un vent de travers, il marche en crabe et son Cap vrai est différent de la route réelle qu'il suit à la surface de l'eau, c'est-à-dire la Route surface.

Cc	d	Cm	D	Cv	<b>der</b>	<b>Rs</b>
----	---	----	---	----	------------	-----------



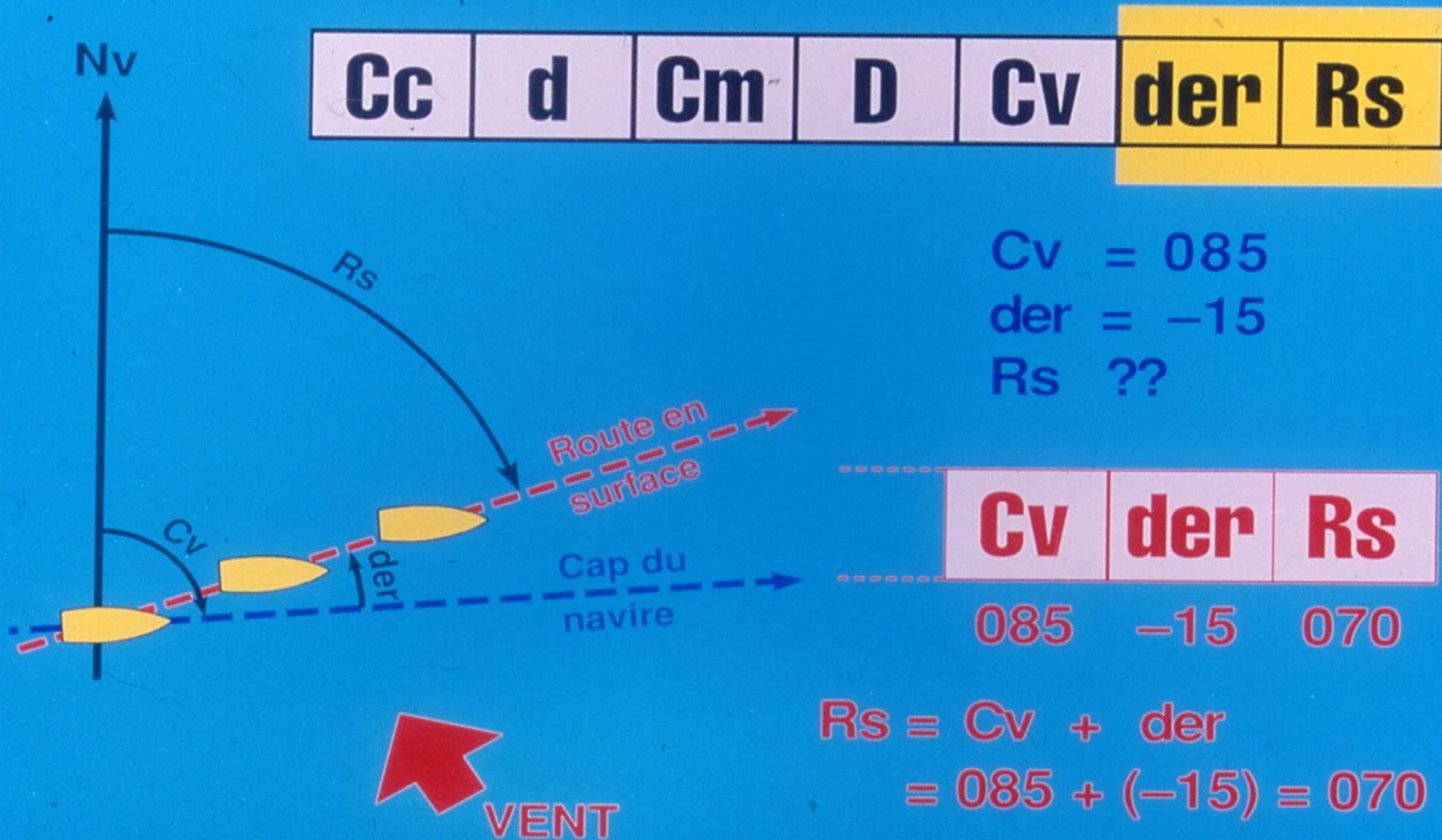
Cv = 040  
 der = + 15  
 Rs ??

	<b>Cv</b>	<b>der</b>	<b>Rs</b>
--	-----------	------------	-----------

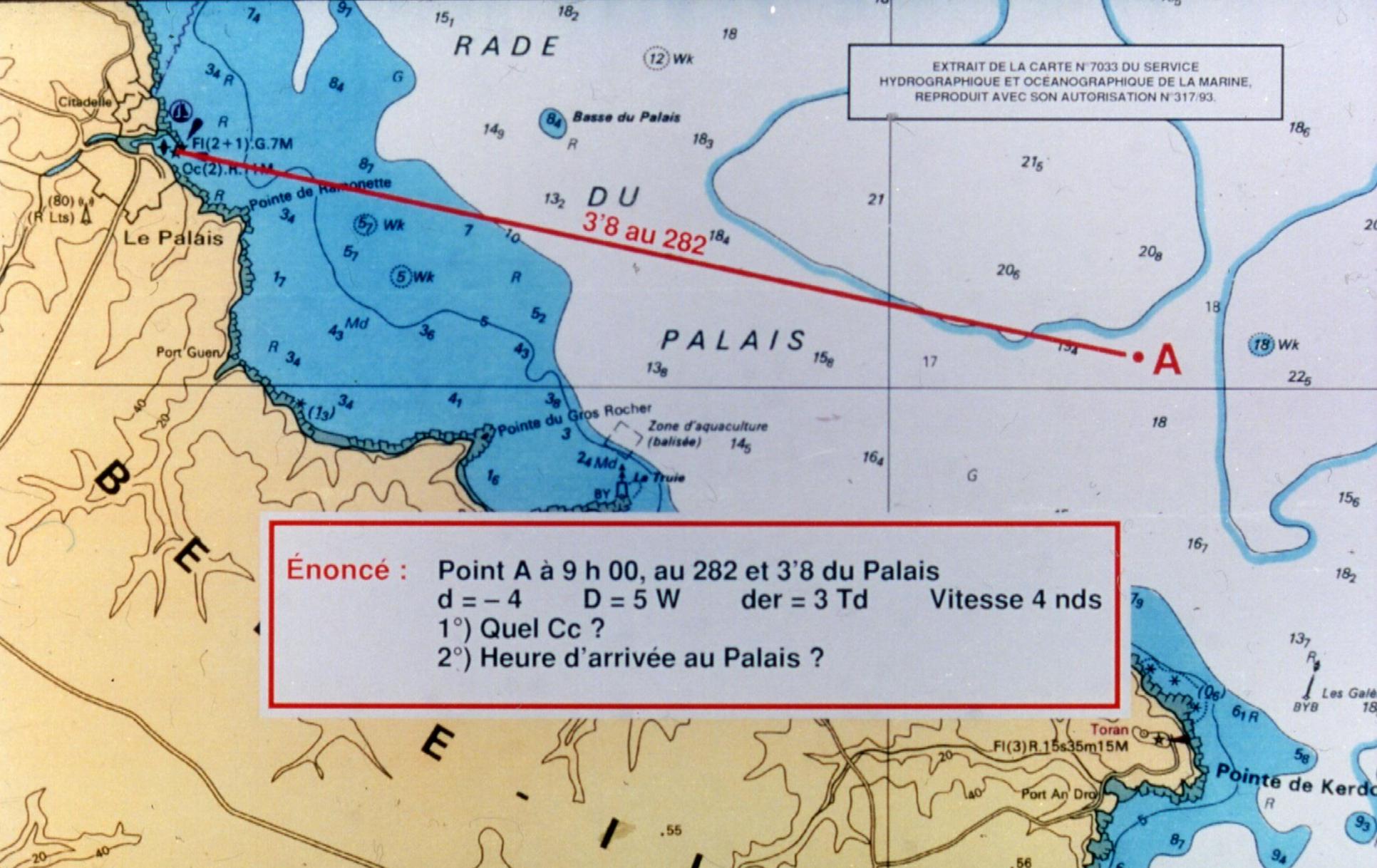
040    +15    055

$Rs = Cv + der = 040 + (+15) = 055$

Si le vent vient de bâbord, la dérive est dite "tribord" et elle est "positive". On l'ajoute au Cap vrai pour obtenir la Route surface. En supposant que le Cap vrai du navire soit de 40, la dérive de 15, positive puisqu'elle est tribord, la Route surface sera de 55 comme le montrent aussi bien les tables d'enchaînement que la formule algébrique.



Si le vent vient de tribord, la dérive est dite "bâbord" et elle est "négative". Ici, le Cap vrai étant de 85 et la dérive de -15 (négative puisque dérive bâbord), le tableau et la formule donnent une Route surface de 70. Sur cette vue comme sur les précédentes, on se rend compte qu'en dépit de la dérive le Cap vrai ne change pas. C'est l'axe du navire qui se déplace parallèlement à lui-même.



**Vous avez une minute pour faire vos calculs. Les solutions apparaîtront sur la vue suivante.**

EXTRAIT DE LA CARTE N°7033 DU SERVICE  
HYDROGRAPHIQUE ET OcéANOGRAPHIQUE DE LA MARINE,  
REPRODUIT AVEC SON AUTORISATION N°317/93.

**Énoncé :** Point A à 9 h 00, au 282 et 3'8 du Palais

$d = -4$      $D = 5 W$      $der = 3 Td$     Vitesse 4 nds

1°) Quel Cc ?

2°) Heure d'arrivée au Palais ?

**Solution :**

1°) 

Cc	d	Cm	D	Cv	der	Rs
----	---	----	---	----	-----	----

 $Cv = Rs - der = 282 - (+3) = 279$

$288 - 4 \quad 284 - 5 \quad 279 + 3 \quad 282$      $W = D + d = -5 + (-4) = -9$

$Cc = Cv - W = 279 - (-9) = 288$

2°)  $\frac{3'8}{4} = 0 \text{ h } 95 \text{ centièmes} - 60 \times 0,95 = 57 \text{ mn} - 9 \text{ h } 00 + 57 \text{ mn} = 9 \text{ h } 57 \text{ mn}$