

Le courant

Le déplacement de l'eau de surface, sur laquelle évolue le navire, par rapport au fond est appelé courant.

Le vecteur courant (noté $\vec{V}_C$) est caractérisé par :

- sa direction, appelée route-courant (notée R_C) mesurée de 000° à 360° dans le sens horaire depuis le Nord Vrai avec la convention « **le courant porte au ...** » ;
- sa vitesse, appelée vitesse-courant (notée V_C) mesurée en noeuds.

Le courant peut être connu :

- en comparant le vecteur-surface (noté $\vec{V}_S$) et le vecteur-fond (noté $\vec{V}_F$) du navire ;
- dans les annuaires de courants construits à l'aide de mesures in situ et de modélisations.

Estime graphique

Pour tous les problèmes de carte, on écrira la relation vectorielle avec les directions et vitesses :

- surface ;
- courant ;
- fond.

$$\vec{V}_F \begin{cases} R_F = \dots \\ V_F = \dots \end{cases} = \vec{V}_S \begin{cases} R_S = \dots \\ V_S = \dots \end{cases} + \vec{V}_C \begin{cases} R_C = \dots \\ V_C = \dots \end{cases}$$

Puis on écrira les quatre valeurs qui sont fournies dans l'énoncé ou mesurables sur la carte : il restera toujours 2 valeurs que l'on pourra mesurer à l'aide de la construction graphique des trois vecteurs.

1. Mesure de la route-fond résultante

A 14h 00min, votre navire se trouve sur l'alignement du phare du PORTZIC par le phare du PETIT MINOU et sur l'alignement du phare du TREZIEN par le phare de KERMORVAN. A cet instant le compas magnétique indique un cap au 155° et vous relevez l'alignement du phare du PORTZIC par le phare du PETIT-MINOU au 070° à l'aide du même compas magnétique. $D = 7,5^\circ$ W.

- Quelle est la déviation du compas ?
- Déterminer la route et la vitesse-fond de votre navire sachant que les éléments de l'estime sont les suivants :
 - le loch indique une vitesse surface de 10 noeuds
 - le vent d'Ouest induit une dérive de 3°
 - le courant porte au Nord-Est à 2 noeuds.
- A 15 h 15 quelle sera votre position estimée par rapport au phare de la pointe du MILLIER ?

2. Mesure du cap à suivre

A 19h 00min, un point vous place par $47^\circ 52' \text{ N}$ et $005^\circ 12,2' \text{ W}$. Vous décidez de rejoindre le point A situé dans le Sud à 2 M de la tourelle du CHAT. Les éléments de l'estime sont les suivants : $D = 7,5^\circ \text{ W}$

- le courant porte au Sud-Est à 2,5 noeuds
- vitesse surface $V_S = 10$ noeuds
- dérive de 3° par vent de Sud-Est
- déviation du compas donnée par la courbe

Déterminer le cap-compas à suivre et l'heure d'arrivée en A.

3. Mesure du cap à suivre et de la vitesse à adopter (suite du 2)

Quel cap-compas et quelle vitesse-surface faudrait-il adopter pour arriver en A à 20 h 20 ?

4. Mesure du courant subi (suite du 3)

Vous suivez le cap déterminé à la question 2 depuis 19 h 00 à la vitesse-surface de 10 noeuds. A 20 h 30, vous relevez les gisements suivants :

- feu du grand phare de SEIN : $\gamma = \text{Bd } 285^\circ$
- feu de la tourelle du CHAT : $\gamma = \text{Bd } 339^\circ$
- feu du phare d'AR MEN : $\gamma = \text{Bd } 242^\circ$

- Quelle est votre position par rapport au CHAT à 20 h 30 ?

On suppose que la différence entre la position estimée et la position observée à 20 h 30 est due à une erreur sur la prévision du courant.

- A quel courant moyen le navire a-t-il été soumis 19 h 00 ?

Correction des exercices du TD n°3: estime graphique.

- ① a) on lit sur la carte le relèvement vrai dans lequel on observe l'alignement: $Z_v = 068^\circ$
 avec le compas magnétique, on observe l'alignement au $Z_c = 070^\circ$
 donc $W = Z_v - Z_c = (068^\circ) - (070^\circ) = -2^\circ$
 alors $d = W - \Delta = (-2^\circ) - (-7,5^\circ) = +5,5^\circ$
 c'est la déviation calculée à l'aide d'observations dans le paysage et de la déclinaison donnée par la carte.
 Cette source d'information est plus fiable que la courbe de déviation donnée par la carte car elle-ci est en général ancienne de quelques années (construction du navire, état des aimants, changement et installations électriques différents).

$d = +5,5^\circ$

 pour $C_c = 155^\circ$

b) $C_c = 155^\circ$
 $+ d = +(+5,5^\circ)$
 $C_m = 160,5^\circ$
 $+ D = +(-7,5^\circ)$
 $C_v = 153^\circ$
 $+ \text{dér} = +(-3^\circ)$
 $R_s = 150^\circ$

← on reprend la déviation calculée au a)

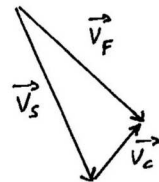
vent d'Ouest $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ R_s C_v $\text{dér} < 0$

$$\vec{V}_F / R_F = 139^\circ = \vec{V}_S / R_S = 150^\circ + \vec{V}_C / R_C = 045^\circ$$

$$V_F = 9,7 \text{ nds} \quad V_S = 10 \text{ nds} \quad V_C = 2 \text{ nds}$$

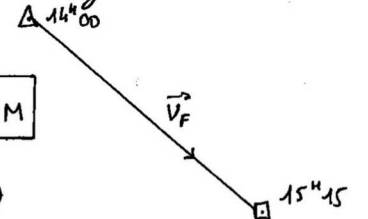
selon la relation vectorielle, les vecteurs surface et courant sont toujours "emboîtés" l'un après l'autre.



le navire suit une route-fond $R_F = 139^\circ$ à $V_F = 9,7 \text{ nds}$

- c) $\Delta t = 15^h 15 - 14^h 00 = 1^h 15$
 la distance parcourue durant cet intervalle de temps est
 $m = V_F \cdot \Delta t = 9,7 \text{ nds} \times 1^h 15 = 12,1 \text{ M}$
 on prolonge la route-fond depuis la position de $14^h 00$ de la distance m et on place le symbole du point estimé et l'heure:

$15^h 15: Z_v = 290,5^\circ / \text{phare du Millier} / 6 \text{ M}$



- ② entre le point de 19^h et le point A
 on mesure la route-fond à suivre: $R_F = 064,5^\circ$

$$\vec{V}_F / R_F = 064,5^\circ = \vec{V}_S / R_S = 051^\circ + \vec{V}_C / R_C = 135^\circ$$

$$V_F = 10,6 \text{ nds} \quad V_S = 10 \text{ nds} \quad V_C = 2,5 \text{ nds}$$

$$R_s = 051^\circ$$

$$- \text{dér} = -(-3^\circ)$$

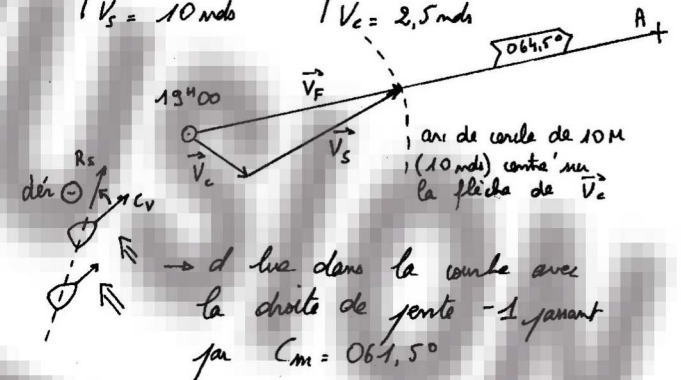
$$C_v = 054^\circ$$

$$- D = -(-7,5^\circ)$$

$$C_m = 061,5^\circ$$

$$- d = -(+5,5^\circ)$$

$$C_c = 056^\circ$$



le cap-compas à suivre à $19^h 00$ est $C_c = 056^\circ$

la distance entre le point de $19^h 00$ et le point A est $m = 17,4 \text{ M}$
 le temps de trajet est donc $\Delta t = \frac{m}{V_F} = \frac{17,4 \text{ M}}{10,6 \text{ nds}} = 1^h 38$
 soit $19^h 00 + 1^h 38 = 20^h 38$

le navire arrive au point A à $20^h 38$

puisque ces informations sont élaborées à l'aide d'informations estimées (dérive, courant), on parle d'heure estimée d'arrivée: en anglais, Estimated Time of Arrival (ETA).

- ③ de 19^h00 à 20^h20 : $\Delta t = 1^h 20$
 du point de 19^h00 au point A on a mesuré $m = 17,4 \text{ M}$
 donc la vitesse - fond à respecter est $V_F = \frac{m}{\Delta t} = \frac{17,4 \text{ M}}{1^h 20} = 13 \text{ mds}$

$$\vec{V}_F / R_F = 064,5^\circ = \vec{V}_S / R_S = 054^\circ + \vec{V}_c / R_c = 135^\circ$$

$$V_F = 13 \text{ mds} \quad V_S = 12,4 \text{ mds} \quad V_c = 2,5 \text{ mds}$$

$$R_S = 054^\circ$$

$$\text{-dér} = -(-3^\circ)$$

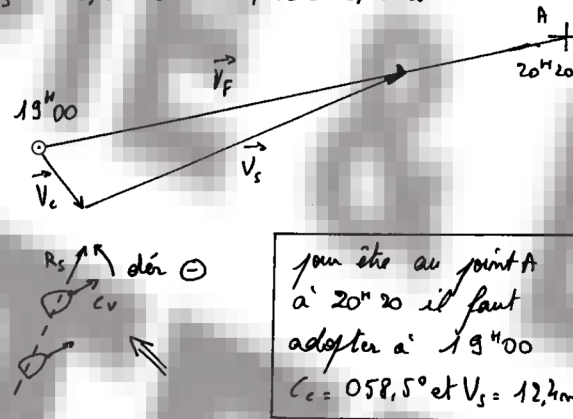
$$C_V = 057^\circ$$

$$\text{-D} = -(-7,5^\circ)$$

$$C_m = 064,5^\circ$$

$$\text{-d} = -(+5,7^\circ)$$

$$C_c = 058,8^\circ$$



pour être au point A
 à 20^h20 il faut
 adopter à 19^h00
 $C_c = 058,5^\circ$ et $V_S = 12,4 \text{ mds}$

- ④ a) le cap vrai adopté à la question 2 est $C_V = 054^\circ$
 on calcule les relèvements vrais : $Z_V = C_V + f$
 $Z_V (\text{Sein}) = 285^\circ + 054^\circ = 339^\circ$
 $Z_V (\text{Chat}) = 339^\circ + 054^\circ = 393^\circ - 360^\circ = 033^\circ$
 $Z_V (\text{An Mon}) = 242^\circ + 054^\circ = 296^\circ$
 d'où la position

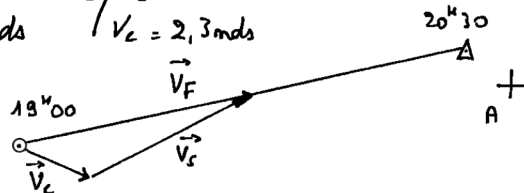
20^h30 : $Z_V = 243^\circ$ / Hb du chat / 1,3 M

- b) entre les points de 19^h00 et de 20^h30 on mesure $R_F = 062^\circ$
 et $m = 16,7 \text{ M}$ avec $\Delta t = 1^h 30$ donc $V_F = \frac{m}{\Delta t} = \frac{16,7 \text{ M}}{1^h 30} = 11,1 \text{ mds}$

$$\vec{V}_F / R_F = 062^\circ = \vec{V}_S / R_S = 051^\circ + \vec{V}_c / R_c = 117^\circ$$

$$V_F = 11,1 \text{ mds} \quad V_S = 10 \text{ mds} \quad V_c = 2,3 \text{ mds}$$

entre 19^h00 et 20^h30
 le marin a subi un
 courant portant au 117°
 à 2,3 mds.



Exercice pour la navigation à la voile

Un voilier part du point A
 vent : S force 4
 courant : NE 1 nd

$$\begin{cases} \varphi = 48^\circ 39,9' N \\ G = 005^\circ 06,1' W \end{cases}$$

Le voilier peut remonter à 35° du vent,
 alors sa vitesse-surface est $V_S = 5 \text{ nd}$ et sa dérive $\text{dér} = 7^\circ$

Il navigue entre les alignements de garde du chenal du Four (phares de Kermorvan et de Saint Matthieu au $Z_V = 158,5^\circ$) et du chenal de la Helle (phares de Kermorvan et de Lochrist au $Z_V = 137,9^\circ$) pour aller franchir la ligne d'arrivée sur le parallèle du phare de Trézien.

Sur quelle amure doit-il partir du point A pour arriver au plus vite ?

lorsqu'il navigue Bâbord amure, dérive $\text{dér} = +7^\circ$
 $C_V = 180^\circ + 35^\circ = 215^\circ$ et $R_S = C_V + \text{dér} = 222^\circ$

la construction vectorielle donne $\vec{V}_F \begin{cases} R_F = 221^\circ \\ V_F = 4,0 \text{ nd} \end{cases}$

lorsqu'il navigue Tribord amure, dérive $\text{dér} = -7^\circ$
 $C_V = 180^\circ - 35^\circ = 145^\circ$ et $R_S = C_V + \text{dér} = 138^\circ$

la construction vectorielle donne $\vec{V}_F \begin{cases} R_F = 126^\circ \\ V_F = 5,0 \text{ nd} \end{cases}$

S'il part tribord amure, il parcourt plusieurs segments tribord amure à $V_F = 5 \text{ nd}$ (8,75 M + 8,1 M) soit 3h22 et plusieurs sur bâbord amure à $V_F = 4 \text{ nd}$ (4,8 M + 1,3 M) soit 1h13. Il franchit la ligne d'arrivée après 4h35.

S'il part bâbord amure, il parcourt plusieurs segments tribord amure à $V_F = 5 \text{ nd}$ (13,8 M + 3,7 M) soit 3h30 et plusieurs sur bâbord amure à $V_F = 4 \text{ nd}$ (2,9 M + 2,9 M) soit 1h27. Il franchit la ligne d'arrivée après 4h57.

Pour arriver au plus vite, il doit donc partir du point tribord amure.

Estime Graphique

EXERCICE 1

$D = 3,5^\circ \text{ W}$

d selon la courbe de déviation.

La dérive est de 4° par vent de NE.

Le courant porte au SW à 1,8 nds.

Un navire suit par l'avant l'alignement du phare de Trézien par celui de Kermorvan et le relève au $018,5^\circ$ du compas magnétique. Il gouverne au cap compas $C_c = 355^\circ$.

1. **Indiquer si la courbe de déviation est exacte pour ce cap compas.**

A 20 h 00, le navire se tient toujours sur l'alignement et relève simultanément :

- le phare du petit Minou dans le relèvement compas $Z_c = 075^\circ$;
- le phare des Pierres Noires dans le gisement $\gamma = 045^\circ$ bâbord.

2. **Donner la position du navire à 20h00 par rapport au phare des Pierres Noires.**

A 20h00, le navire reçoit l'ordre de rejoindre à 21h15 la position suivante : $\begin{cases} \varphi = 48^\circ 20,4' \text{ N} \\ G = 005^\circ 08,6' \text{ W} \end{cases}$

1. **Déterminer le cap compas C_c et la vitesse surface V_s à adopter à 20 h 00.**

EXERCICE 2

$D = 4^\circ \text{ W}$

La déviation est indiquée par la courbe.

La vitesse-loch est de 10 nds.

Le courant porte au SE à 1,5 nds.

Le vent de NW provoque 5° de dérive.

A 21h00, le navire se trouve par $\varphi = 48^\circ 11,1' \text{ N}$ et $G = 005^\circ 05,3' \text{ W}$. Il compte rejoindre l'Aberwrac'h en suivant d'abord l'alignement du phare de Trézien par celui de Kermorvan puis en empruntant le chenal du Four. Pour rejoindre l'alignement du phare de Trézien par celui de Kermorvan, le navire fait route vers la bouée Vandrée.

1. a) **Quel est le cap compas à suivre ?**
b) **Quelle sera l'heure d'arrivée sur l'alignement si notre estime est correcte ?**

A 22h15, le navire gouverne au 357° du compas et suit l'alignement du phare de Trézien par celui de Kermorvan qu'il observe dans le gisement $\gamma = 022^\circ$ tribord. Au, même instant, il observe le phare des Pierres Noires dans le relèvement compas $Z_c = 312^\circ$.

2. a) **Quel est le cap vrai du navire ?**
b) **La courbe de déviation est-elle exacte pour le cap compas $C_c = 357^\circ$?**
c) **Donner la position du navire à 22 h 15 par rapport au phare des Pierres Noires.**

A 22h40, le navire laisse une tourelle latérale BÂBORD par le travers. On suppose que le courant estimé est erroné mais que les autres éléments sont corrects.

3. a) **Quel courant le navire a-t-il subi depuis 22h15 ?**
b) **Même question en remplaçant la tourelle BÂBORD par la bouée BÂBORD.**

EXERCICE 3

$D = 5^\circ \text{ W}$

d selon la courbe de déviation.

dérive de 3° par vent de SSW.

courant 3 nds NNW.

$V_s = 10$ nds.

Le dernier jeudi d'octobre à 08h00, le BREIZY FERRY est au point A : $\left\{ \begin{array}{l} \phi = 48^\circ 22,0' \text{ N} \\ G = 005^\circ 30' \text{ W} \end{array} \right.$
il navigue sur l'alignement des phares Jument / Kéréon.

1. **Donner le cap compas C_c à suivre pour naviguer sur l'alignement et la vitesse-fond V_F ?**

Au point B situé 4 M avant le phare de la Jument, le BREIZY FERRY change de cap : $C_c = 141^\circ$.

2. **Donner les coordonnées de B par rapport au phare du Créac'h et l'heure de passage en B.**

3. **Donner la route-fond R_F et la vitesse-fond V_F résultantes.**

Le BREIZY FERRY suit cette route jusqu'au point C de latitude $\phi = 48^\circ 15' \text{ N}$ puis règle ses machines et son cap de manière à prendre le pilote à 13h00 au point D :

$$\text{①} \quad \left\{ \begin{array}{l} \phi = 48^\circ 18,2' \text{ N} \\ G = 004^\circ 40,8' \text{ W} \end{array} \right.$$

4. **Donner la longitude du point C et l'heure de passage au point C.**

5. **Donner le cap compas C_c et la vitesse-surface V_s à adopter pour être à 13h00 au point D.**

EXERCICE 4

$D = 5^\circ \text{ W}$

d selon la courbe de déviation.

vent SO, dérive 5° .

courant NE 5 nds.

Un navire effectue un point optique à 06h00 :
qui le situe au point A

Z_c (phare d'Eckmuhl) = 104° ;

Z_c (alignement Tévennec par le Chat) = $014,5^\circ$.

1. **Tracer le point optique A de 06h00.**

2. **Donner la position de A en latitude et longitude.**

3. **Donner la position de A par rapport au phare de Sein.**

En raison des conditions météo, le commandant souhaite éviter le raz de Sein et passer à l'Ouest de la bouée RACON (O) « la chaussée de Sein ». Le pilote propose d'adopter $C_c = 323,5^\circ$ et $V_s = 10$ nds.

4. **Donner R_F et V_F résultants des éléments proposés par le pilote. Est-ce satisfaisant ?**

Le commandant souhaite passer par le point B : $\left\{ \begin{array}{l} \phi = 48^\circ 05' \text{ N} \\ G = 005^\circ 15' \text{ W} \end{array} \right.$
avec $V_s = 10$ nds

5. **Quel cap compas C_c adopter pour aller du point A au point B et l'heure de passage en B ?**

Le commandant souhaite passer au point B à 08h00.

6. **Quel cap compas C_c et quelle vitesse-surface V_s adopter ?**

Le commandant choisit ce dernier cap compas et cette dernière vitesse-surface. Le pilote effectue un point à 07h00 avec trois amers :

le phare du Créac'h ;

le phare d'Ar Men ;

le Phare de Sein.

7. **Quels sont les relèvements compas Z_c de ces amers à 07h00 ?**

EXERCICE 5

$D = 7^\circ E$

d selon la courbe de déviation.

dérive 3° par vent NNE

courant SSW 3 nds

Un navire effectue un point optique à 07h35 :

qui le situe au point A

$C_c = 073^\circ$ et $V_s = 8$ nds

Z_c (phare d'Ar Men) = 133° ;

Z_c (phare Saint Mathieu) = 066° ;

Z_c (phare du Créac'h) = 005° .

1. **Donner les coordonnées du point A.**
2. **Donner R_F et V_F résultant des éléments estimés et adoptés.**

La route-fond du navire coupe l'alignement de Tévennec par la Vieille au point B.

3. **Donner l'heure de passage et les coordonnées du point B en ϕ / G et par rapport à Tévennec.**

Le navire navigue sur cet l'alignement au $Z_v = 139^\circ$ jusqu'au point C situé 2 M avant Tévennec.

4. **Donner le cap compas C_c et la vitesse V_s à adopter pour être au point C à 10h00.**

EXERCICE 6

$D = 3^\circ 30' W$

d selon la courbe de déviation.

dérive de 4° par vent de NW.

courant nul.

Le BELEM quitte Douarnenez $C_c = 267,5^\circ$ et $V_s = 10,6$ nds. Il effectue un point optique à 11h30 : point A.

Z_c (phare Ile Tristan) = $142,5^\circ$;

Z_c (phare Pointe du Millier) = $218,5^\circ$;

Z_c (sémaphore Cap de la Chèvre) = $284,5^\circ$.

A 12h30, le BELEM porte un point B indiquant sa position sur la carte à cet instant.

1. **Porter le point A, indiquer la route-fond R_F et la vitesse-fond V_F .**
2. **En déduire la position du point B en ϕ / G et par rapport à Tévennec.**

A 12h30 le courant apparaît, portant au NNW à 2,5 nds. Le BELEM conserve sa vitesse et navigue maintenant en relèvement constant sur la tourelle du Chat.

3. **Donner le cap compas C_c pour aller du point B vers le Chat et la vitesse-fond V_F .**

Le BELEM navigue ainsi durant 40 minutes jusqu'au point C où il effectue un point avec un relèvement compas sur le Chat et deux distances, sur la Plate et Tévennec.

4. **Indiquer Z_c (le Chat), distance (la Plate) et distance (Tévennec).**

A partir du point C, le courant porte au NE à 2,5 nds. Le BELEM souhaite quitter le raz de Sein en naviguant sur une route-fond $R_F = 163^\circ$ à une vitesse-surface $V_s = 10$ nds.

5. **Donner le cap compas C_c à adopter et la vitesse-fond V_F résultante.**
6. **A quelle heure le BELEM franchit-il la latitude du phare d'Eckmühl ?**

EXERCICE 7

$D = 9^\circ \text{ W}$

d selon la courbe de déviation.

dérive de 2° par vent d'Ouest.

courant N 3 nds.

Le yacht PEN CALEC navigue au cap compas $C_c = 351^\circ$ avec une vitesse-surface $V_s = 5$ nds. Il effectue un point par trois relèvements à 18h00 :

Z_c (phare du Créac'h) = 355° ;

Z_c (phare Saint Mathieu) = 058° ;

Z_c (sémaphore Cap de la Chèvre) = $110,5^\circ$.

1. **Donner la position du point A par rapport à la tour radar du Stiff (Nord de Ouessant).**

Le PEN CALEC suit ensuite l'alignement au $Z_v = 334^\circ$ des phares de la Jument et de Nividic.

2. **Donner le cap compas C_c à adopter et la vitesse-fond V_F résultante.**

Arrivé au point B situé à 3 M du phare de la Jument, le yacht subit un nouveau courant de 5 nds au NE. Il adopte alors une route en relèvement constant sur Men Korn et règle ses machines pour une vitesse-fond $V_F = 8$ nds.

3. **Donner l'heure de passage au point B.**

4. **Donner le C_c et la V_s à adopter pour naviguer en relèvement constant de B vers Men Korn.**

A partir de la latitude $\varphi = 48^\circ 26,8' \text{ N}$ le courant est de 3 nds au N. Le patron du PEN CALEC adopte un $C_c = 074^\circ$ et règle les machines pour une vitesse-surface $V_s = 15$ nds. Il branche le pilote automatique et s'absente quelques instants de la passerelle.

5. **Donner l'heure de passage au point C de latitude $\varphi = 48^\circ 26,8' \text{ N}$.**

6. **Donner la route-fond R_F et la vitesse-fond V_F résultantes.**

7. **Donner l'heure et la position en φ / G de l'échouage.**

EXERCICE 8

Vendredi 13 à 07h20, la bouée RACON (O) « la chaussée de Sein » rompt sa chaîne d'ancrage et part à la dérive au gré du vent et du courant.

$D = 3^\circ 30' \text{ W}$

d selon la courbe

dérive de 5° par vent W

courant : N 3 nds

jusqu'à $\varphi = 48^\circ 25' \text{ N}$

NE 5 nds

entre $\varphi = 48^\circ 25' \text{ N}$ et $\varphi = 48^\circ 28,5' \text{ N}$

N 3 nds

au-delà de $\varphi = 48^\circ 28,5' \text{ N}$

Donner la position de la bouée par rapport à la Tour Vigie d'Ouessant

à 12h00

point A

à 15h00

point B

à 18h00

point C

Donner l'heure de passage aux latitudes de changement de courant.

EXERCICE 1

① Z_v (alignement) = 007° sur la carte

Z_c (alignement) = $018,5^\circ$

$Z_v - Z_c = W = -11,5^\circ$

$W = D + d$ avec $D = -3,5^\circ \Rightarrow d = W - D = -11,5^\circ - (-3,5^\circ)$
 $d = -8^\circ$ par le calcul

$d = -8^\circ$ d'après la courbe

donc la courbe de déviation est exacte pour $C_c = 355^\circ$

② $W = -11,5^\circ$

$Z_v = Z_c + W$ donc Z_v (Petit Minus) = $018,5^\circ - 11,5^\circ = 063,5^\circ$

$Z_v = C_v + \gamma = (C_c + W) + \gamma$

donc Z_v (Pierres Noires) = $355^\circ - 11,5^\circ + 315^\circ = 298,5^\circ$
 (à 360° près)

le navire est sur les deux relèvements ainsi que saisi
 l'alignement du Tréjén par Harmonon, ce qui donne
 la position à 20^h00 $118,5^\circ$ / Pierres Noires / 4,9 M

③ distance entre les positions de 20^h00 et de 21^h15 : $m = 14,1 M$
 durée du trajet: 1^h15
 vitesse - fond $V_F = \frac{m}{\Delta t} = \frac{14,1 M}{1^h15 \text{ min}} = 11,3 \text{ nuds}$

R_F , V_F , R_C , V_C sont connus, on détermine V_S et R_S par
 construction graphique: $\rightarrow R_F = 287^\circ$ $\rightarrow R_C = 225^\circ$ $\rightarrow R_S = 295^\circ$
 $V_F = 11,3 \text{ nuds} = V_C$ $V_C = 1,8 \text{ nuds} + V_S$ $V_S = 10,6 \text{ nuds}$

$R_S = 295^\circ$

- dér = $-(-4^\circ)$

$C_v = 299^\circ$

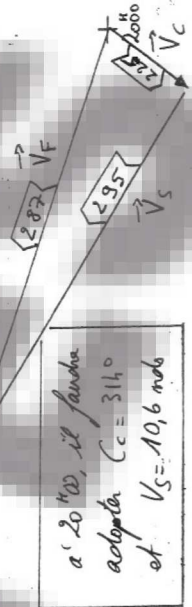
- $D = -(-3,5^\circ)$

$C_m = 302,5^\circ$

- $d = -(-11,5^\circ)$

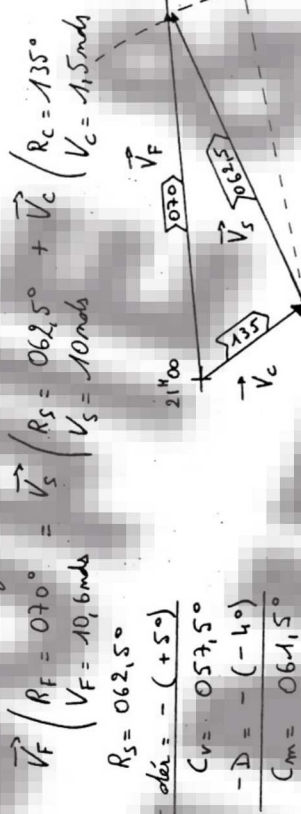
$C_c = 314^\circ$

à 20^h00 , il faut
 adopter $C_c = 311^\circ$
 et $V_S = 10,6 \text{ nuds}$



EXERCICE 2

- 1) a - le point de 21°00' est situé dans le "O" de l'ROISE
 $V_S = 10 \text{ nds}$ on effectue la construction
 $R_F = 070^\circ$ graphique pour obtenir C_c et V_F :



il faut suivre la $C_c = 056^\circ$

b - jusqu'à l'alignement, $m = 11,9 \text{ M}$

$V_F = 10,6 \text{ nds}$
 donc la durée jusqu'à l'alignement est $\Delta t = \frac{m}{V_F} = 1^h 07 \text{ min}$
 heure d'arrivée $T_2 = \text{heure départ} + \Delta t$
 $T_2 = 21^h 00' + 1^h 07' = 22^h 07 \text{ min}$

- 2) a - $Z_v = C_v + \gamma \Rightarrow C_v = Z_v (\text{alignement}) - \gamma (\text{alignement})$

$$C_v = 007^\circ - 022^\circ \text{ Td} = 345^\circ$$

sur la carte $\hookrightarrow C_v = 345^\circ$

le cap vrai du navire est $C_v = 345^\circ$

$$b - W = Z_v - Z_c = C_v - C_c = 345^\circ - 357^\circ = -12^\circ$$

$$d = W - D = -12^\circ - (-4^\circ) = -8^\circ \text{ par le calcul}$$

$$d = -7,5^\circ \text{ d'après la carte}$$

la route de déviation est fautive de $0,5^\circ$ par $C_c = 357^\circ$

$$c - W = -12^\circ ; Z_v = Z_c + W ; Z_v (\text{Pierres Noires}) = 312^\circ + (-12^\circ) = 300^\circ$$

le navire est sur l'alignement Trignon / Kormoran donc sa position à $22^h 15'$ est $120^\circ / P \text{ vs Noires} / 5 \text{ M}$

EXERCICE 2 (suite)

! réflexion nécessaire

- 3) a) position à $22^h 40'$: d'après la carte le navire laisse la bouée des Vieux Maires sur son tribord donc $\text{traçage} \Rightarrow \gamma = \text{Td } 090^\circ$

$$Z_v = C_v + \gamma$$

$$Z_v (\text{tête latérale}) = 345^\circ + 090^\circ = 435^\circ - 360^\circ = 075^\circ$$

le navire est donc sur l'alignement Trignon / Kormoran et sur le relèvement de la tête au $Z_v = 075^\circ$

on en déduit sa position à $22^h 40'$, ainsi que la vitesse-fond V_F :

distance de $22^h 15'$ à $22^h 40'$: $m = 2,9 \text{ M}$

durée $\Delta t = 22^h 40' - 22^h 15' = 0^h 25 \text{ min}$

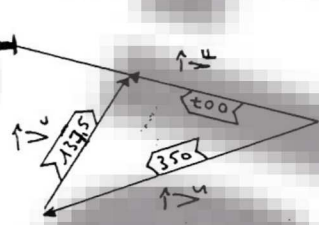
$$V_F = \frac{m}{\Delta t} = \frac{2,9 \text{ M}}{0^h 25} = 7 \text{ nds}$$

on effectue la construction avec $R_S = C_v + \text{dér}$

$$R_S = 345^\circ + 5^\circ = 350^\circ$$

$$\left(\begin{array}{l} R_F = 007^\circ \\ V_F = 7 \text{ nds} \end{array} \right) \left(\begin{array}{l} R_S = 350^\circ \\ V_S = 10 \text{ nds} \end{array} \right) \Rightarrow \left(\begin{array}{l} R_C = 137,5^\circ \\ V_C = 3,8 \text{ nds} \end{array} \right)$$

le courant subi porte donc au $137,5^\circ (\text{SE})$ à $3,8 \text{ nds}$



- 3) b) même raisonnement avec la bouée latérale BARRON, située sur le bâbord du navire donc $\gamma = 80^\circ 270^\circ$

$$Z_v (\text{bouée latérale}) = 345^\circ + 270^\circ = 615^\circ - 360^\circ = 255^\circ$$

$$\left(\begin{array}{l} R_F = 007^\circ \\ V_F = 10,6 \text{ nds} \end{array} \right) \left(\begin{array}{l} R_S = 350^\circ \\ V_S = 10 \text{ nds} \end{array} \right) \Rightarrow \left(\begin{array}{l} R_C = 077^\circ \\ V_C = 3,1 \text{ nds} \end{array} \right)$$

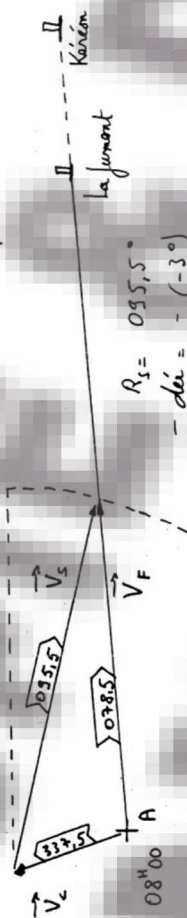
le courant li porte au 077° à $3,1 \text{ nds}$

EXERCICE 3

- ① R_F mesuré sur l'alignement Juvont/Kéron
on obtient R_S et V_F d'après la construction

$$\vec{V}_S \left(R_S = 095,5^\circ \right) + \vec{V}_C \left(R_C = 337,5^\circ \right) = \vec{V}_F \left(R_F = 078,5^\circ \right)$$

$$V_S = 10 \text{ nds} \quad V_C = 3 \text{ nds} \quad V_F = 9 \text{ nds}$$



il faut suivre la $C_C = 097^\circ$,
la inters-fond résultante
est alors $V_F = 9 \text{ nds}$

- ② B: 234° / phare de Caze $R/5,11$

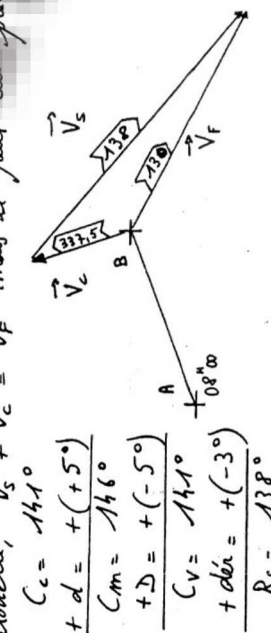
$$\text{distance de A à B: } m = 1111 \quad \text{durée } \Delta t = \frac{m}{V_F} = \frac{11}{9} = 1,222 \text{ h}$$

$$V_F = 9 \text{ nds}$$

$$08^h00 + 1,222 \text{ h} = 09^h13 \quad \text{durée} = 1 \text{ h } 13 \text{ min}$$

heure de passage en B : 9 h 13 min

- ③ la route-fond et la inters-fond résultante sont données par la construction vectorielle, $\vec{V}_S + \vec{V}_C = \vec{V}_F$ mais il faut au préalable calculer R_S :



$$\vec{V}_S \left(R_S = 138^\circ \right) + \vec{V}_C \left(R_C = 337,5^\circ \right) = \vec{V}_F \left(R_F = 130^\circ \right)$$

$$V_S = 10 \text{ nds} \quad V_C = 3 \text{ nds} \quad V_F = 7,4 \text{ nds}$$

sur la fond, le même suit
 $R_F = 130^\circ$ à $V_F = 7,4 \text{ nds}$

EXERCICE 3 (suite)

- ④ en prolongeant $R_F = 136^\circ$ depuis le point B, jusqu'au parallèle $\varphi = 48^\circ 15' N$, on obtient le point C de longitude $G_C = 004^\circ 56,8' W$

$$\text{distance de B à C: } m = 14,8 \text{ M} \quad \text{durée } \Delta t = \frac{m}{V_F} = \frac{14,8}{7,4}$$

$$V_F = 7,4 \text{ nds}$$

$$\text{arrivée au point C: } 09^h13 + 2^h01 = 11^h14 \text{ min}$$

$$\Delta t = 2,01 \text{ h} = 2 \text{ h } 01 \text{ min}$$

- ⑤ distance de C à D: $m = 11 \text{ M}$

$$\text{durée de C à D: } \Delta t = 13^h00 - 11^h14 = 1 \text{ h } 46 \text{ min}$$

$$V_F = \frac{m}{\Delta t} = \frac{11}{1,76} = 6,2 \text{ nds}$$

le cap-compas à suivre et le inters-surface à adopter sont données par la construction :

$$\vec{V}_S \left(R_S = 098^\circ \right) + \vec{V}_C \left(R_C = 337,5^\circ \right) = \vec{V}_F \left(R_F = 073^\circ \right)$$

$$V_S = 7,2 \text{ nds} \quad V_C = 3 \text{ nds} \quad V_F = 6,2 \text{ nds}$$



$$R_S = 098^\circ$$

$$- \text{dér} = -(-3^\circ)$$

$$C_V = 104^\circ$$

$$- D = -(-5^\circ)$$

$$C_m = 106^\circ$$

$$- d = -(+6,5^\circ)$$

$$C_c = 099,5^\circ$$

il faut adopter le
cap-compas $C_C = 099,5^\circ$
et régler les machines
pour obtenir $V_S = 7,2 \text{ nds}$

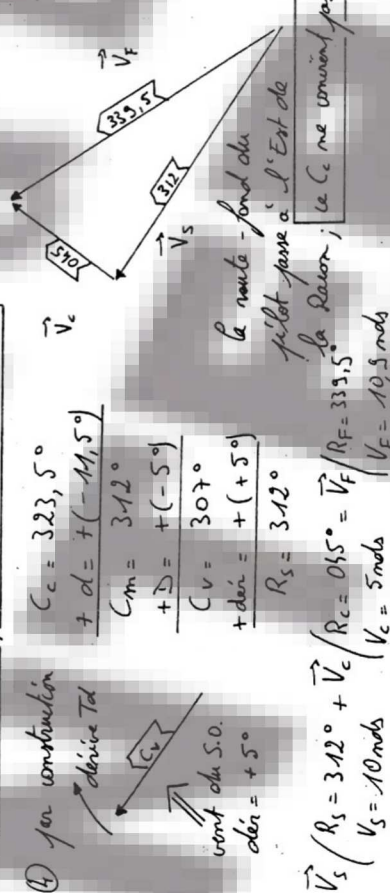
EXERCICE 4

- 1) si possible de connaître C_c pour trouver dans la courbe et calculer W : on utilise le relèvement Z_c (alignement) sur la carte, on mesure Z_v (alignement) = $015,5^\circ$
 $W = Z_v - Z_c = 015,5^\circ - 014,5^\circ = +1^\circ$
donc Z_v (Eckmull) - $Z_c + W = 104^\circ + 1^\circ = 105^\circ$
1 relèvement et 1 alignement permettent de tracer 1 point.

$$\begin{cases} \varphi_A = 47^\circ 53,4' N \\ G_A = 004^\circ 52,1' W \end{cases}$$

$$A: 181^\circ / \text{phase de Sein} / 9,25 M$$

$$\begin{aligned} C_c &= 323,5^\circ \\ + d &= +(-11,5^\circ) \\ C_m &= 312^\circ \\ + D &= +(-5^\circ) \\ C_v &= 307^\circ \\ + d_{\text{in}} &= +(+5^\circ) \\ R_s &= 312^\circ \end{aligned}$$



$$\vec{V}_S / R_s = 312^\circ + \vec{V}_c / R_c = 045^\circ = \vec{V}_F / R_F = 307^\circ$$

$$V_s = 10 \text{ nds} \quad V_c = 5 \text{ nds} \quad V_F = 10,5 \text{ nds}$$

$$\text{route - fond de } A \text{ à } B : R_F = 307^\circ$$

$$\vec{V}_S / R_s = 277^\circ + \vec{V}_c / R_c = 045^\circ = \vec{V}_F / R_F = 307^\circ$$

$$V_s = 10 \text{ nds} \quad V_c = 5 \text{ nds} \quad V_F = 8 \text{ nds}$$

$$\begin{aligned} R_s &= 277^\circ \\ - d_{\text{in}} &= -(+5^\circ) \\ C_v &= 272^\circ \\ - D &= -(-5^\circ) \\ C_m &= 277^\circ \\ - d &= -(-6,5^\circ) \\ C_c &= 283,5^\circ \end{aligned}$$

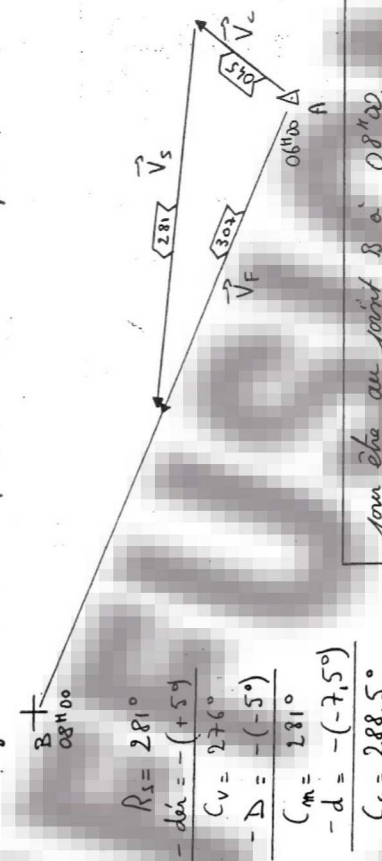
il faut adopter $C_c = 283,5^\circ$ pour passer par B, arrivé en B à $08^h 24$

EXERCICE 4 (suite)

- 2) distance de A à B: $m = 19,2 M$
durée $\Delta t = 08^h 00 - 06^h 00 = 2^h$
vitesse - fond $V_F = \frac{m}{\Delta t} = \frac{19,2}{2} = 9,6 \text{ nds}$
d'après la construction

$$\vec{V}_S / R_s = 281^\circ + \vec{V}_c / R_c = 045^\circ = \vec{V}_F / R_F = 307^\circ$$

$$V_s = 11,4 \text{ nds} \quad V_c = 5 \text{ nds} \quad V_F = 9,6 \text{ nds}$$



pour être au point B à $08^h 00$, il faut adopter $C_c = 288,5^\circ$ et $V_s = 11,4 \text{ nds}$

$$C_c = 288,5^\circ \text{ donc d'après la courbe } d = -7,5^\circ$$

$$W = D + d = (-5^\circ) + (-7,5^\circ) = -12,5^\circ$$

à $07^h 00$, le navire est à mi-chemin entre A et B sur la route - fond. Depuis cette position, il relève Z_v (Créteil) $Z = 355,5^\circ$
 Z_v (An Men) $Z = 032,5^\circ$
 Z_v (phase Sein) $Z = 066^\circ$
 $Z_c = Z_v - W$ donc le relèvement corrigé des amers à $07^h 00$ est

$$\begin{aligned} Z_c \text{ (Créteil)} &= 008^\circ \\ Z_c \text{ (An Men)} &= 045^\circ \\ Z_c \text{ (phase Sein)} &= 078,5^\circ \end{aligned}$$

EXERCICE 6 (suite)

- ④ $\Delta t = 0h40$; $V_F = 9,5 \text{ nds}$
 distance de B à C : $m = V_F \cdot \Delta t = 9,5 \cdot 0,67 = 6,3 \text{ M}$
 porter le point C à 6,3 M du point B sur la route-fond
 depuis B, on mesure Z_V (le Chat) = 227° ($= R_F$)
 distance (La Plate) = 1,05 M
 distance (Tévennes) = 1,7 M

$$C_c = 214,5^\circ \Rightarrow d = +7^\circ$$

$$Z_c = Z_V - W = Z_V - d = 227^\circ - (-3,5^\circ) - (+7^\circ) = 223,5^\circ$$

$$Z_c \text{ (le Chat)} = 223,5^\circ$$

- ⑤ d'après la construction :
- $\vec{V}_F$ $\left(R_F = 163^\circ \right) = \vec{V}_S \left(R_S = 176^\circ \right) + \vec{V}_C \left(R_C = 045^\circ \right)$
 $V_F = 8,5 \text{ nds}$; $V_S = 10 \text{ nds}$; $V_C = 2,5^\circ$
- $R_S = 176^\circ$
 $- d = -(-4^\circ)$
 $C_V = 180^\circ$
 $- d = -(-3,5^\circ)$
 $C_m = 183,5^\circ$
 $- d = -(+6,5^\circ)$
 $C_c = 177^\circ$
- il faut adopter
 le $C_c = 177^\circ$
 alors $V_F = 8,5 \text{ nds}$
-

remarque: le BELEM navigue sur un relèvement constant au $Z_V = 343^\circ$
 par l'arrière sur la phase de Tévennes

- ⑥ on prolongent cette route-fond jusqu'au parallèle passant par
 le phare d'Edmunt (il faut le tracer si-même car
 il n'existe pas sur la carte) on place l'intersection C
 distance de B à C : $m = 15,5 \text{ M}$
 $V_F = 8,5 \text{ nds}$
 durée $\Delta t = \frac{m}{V_F} = \frac{15,5}{8,5} = 1^h50$

$$13^h40 + 1^h50 = 15^h00$$

le BELEM franchit la latitude d'Edmunt à 15^h00

EXERCICE 7

- ① $C_c = 351^\circ \Rightarrow d = -9^\circ$ dans la courbe de déviation
 $Z_V = Z_c + W = Z_V + d = Z_V + (-9^\circ) + (-9^\circ) = Z_V - 18^\circ$
 donc Z_V (Grèce 'L) = $355^\circ - 18^\circ = 337^\circ$
 Z_V (Saint Mathieu) = $058^\circ - 18^\circ = 040^\circ$
 Z_V (sém. La Chène) = $110,5^\circ - 18^\circ = 092,5^\circ$
 on trace ainsi le point A à 18^h00
 A: 16^h57 Tour Radar Ouest / 18 M

- ② $R_F = Z_V$ (Pierres Noires) = 334°
 d'après la construction graphique
 $\vec{V}_S \left(R_S = 317^\circ + \vec{V}_C \right) / R_C = 000^\circ = \vec{V}_F \left(R_F = 333,5^\circ \right)$
 $V_S = 5 \text{ nds}$; $V_C = 3 \text{ nds}$; $V_F = 7,5 \text{ nds}$
- $R_S = 317^\circ$
 $- d = -(+2^\circ)$
 $C_V = 315^\circ$
 $- d = -(-9^\circ)$
 $C_m = 324^\circ$
 $- d = -(-11^\circ)$
 $C_c = 335^\circ$
- il faut adopter
 $C_c = 335^\circ$
 alors $V_F = 7,5 \text{ nds}$
-

- ③ distance de A à B : $m = 13,1 \text{ M}$
 $V_F = 7,5 \text{ nds}$
 durée : $\Delta t = \frac{m}{V_F} = \frac{13,1}{7,5} = 1^h45$
 $18^h00 + 1^h45 = 19^h45$
 le yacht passe au point B à 19^h45

EXERCICE 7 (suite)

- ④ d'après la construction : $\vec{V}_S \left(R_S = 0 \right) + \vec{V}_C \left(R_C = 045^\circ \right) = \vec{V}_F \left(R_F = 030^\circ \right)$
 $V_S = 3,4 \text{ nds} \quad V_C = 5 \text{ nds} \quad V_F = 8 \text{ nds}$

$$R_S = 007^\circ$$

$$-dér = -(+2^\circ)$$

$$C_V = 005^\circ$$

$$-D = -(-3^\circ)$$

$$C_m = 014^\circ$$

$$-d = -(-2,5^\circ)$$

$$C_c = 016,5^\circ$$

la route-fond a suivre est la Z_V (Mem Kom) depuis le point B :

$$R_F = Z_V \text{ (Mem Kom)} = 030,5^\circ$$

il faut adopter $C_c = 016,5^\circ$ et $V_S = 3,4 \text{ nds}$

- ⑤ prolonger la route-fond $R_F = 030,5^\circ$ jusqu'à $\varphi = 48^\circ 26,8' N$ et y placer le point C

distance de B à C : $m = 1,8 \text{ M}$

$$V_F = 8 \text{ nds}$$

$$\text{durée } \Delta t = \frac{m}{V_F} = \frac{1,8}{8} = 0^h 36 ; 19^h 45 + 0^h 36 = 20^h 21$$

passage au point C à $20^h 21$

- ⑥ d'après la construction : $\vec{V}_S \left(R_S = 073^\circ \right) + \vec{V}_C \left(R_C = 000^\circ \right) = \vec{V}_F \left(R_F = 064^\circ \right)$
 $V_S = 15 \text{ nds} \quad V_C = 3 \text{ nds} \quad V_F = 16,1 \text{ nds}$

$$C_c = 074^\circ$$

$$+d = +(+7,1^\circ)$$

$$C_m = 081,1^\circ$$

$$+D = +(-9^\circ)$$

$$C_V = 072,1^\circ$$

$$+dér = +(+2^\circ)$$

$$R_S = 074,1^\circ$$

le navire suit $R_F = 064^\circ$ à $V_F = 16,1 \text{ nds}$

- ⑦ la route-fond au 064° rencontre son premier obstacle sur le phare du Four : distance de C au Four : $m = 10,4 \text{ M}$

$$V_F = 16,1 \text{ nds}$$

$$\text{durée } \Delta t = \frac{m}{V_F} = \frac{10,4}{16,1} = 0^h 39 ; 20^h 21 + 0^h 39 = 21^h$$

échange à 21^h sur le phare du Four.

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi = 48^\circ 31,4' N \\ G = 004^\circ 48,3' W \end{array} \right.$$

EXERCICE 8

on adopte les méthodes graphiques à la usuelle :
 la seule vitesse est celle du courant

$$V_S = 0 ; \quad V_F = V_C$$

$$R_F = R_S = R_C + \text{dérive}$$

position à $12^h 00$:

distance de $07^\circ 20'$ à 12^h : $m = V_F \cdot \Delta t = 3,14 \times 0$

$m = 14 \text{ M}$, on place ainsi le point A

A : $189,5^\circ$ / Tour Vigie d'Orsant / 14 M

arrivée à $\varphi = 48^\circ 25' N$:

distance de A à $\varphi = 48^\circ 25' N$: $m = 7,3 \text{ M}$

durée $\Delta t = \frac{m}{V_F} = \frac{7,3}{3} = 2^h 26$

arrivée à $\varphi = 48^\circ 25' N$ à $12^h 00 + 2^h 26 = 14^h 26$

position à $15^h 00$:

distance de $14^h 26$ à $15^h 00$: $m = V_F \cdot \Delta t = 5,0 \times 34$

$m = 2,8 \text{ M}$ à B : 151° / Tour Vigie / $2,8 \text{ M}$

arrivée à $\varphi = 48^\circ 28,5' N$:

distance de B à $\varphi = 48^\circ 28,5' N$: $m = 2,6 \text{ M}$

durée $\Delta t = \frac{m}{V_F} = \frac{2,6}{5} = 0^h 31$

$15^h 00 + 0^h 31 = 15^h 31$

arrivée à $\varphi = 48^\circ 28,5' N$ à $15^h 31$

position à $18^h 00$:

distance de $15^h 31$ à $18^h 00$: $m = V_F \cdot \Delta t$

$m = 3,2 \times 29 = 7,4 \text{ M}$

on place ainsi le point C

C : $026,5^\circ$ / Tour Vigie d'Orsant / $8,2 \text{ M}$

