

## CORRIGÉ

### I - UTILISATION DES RADIALS

#### a) Question de cours

##### QUESTION 1

##### REPONSE D

Pour suivre un radial VOR vers la station, sans vent, il faut au départ adopter un cap égal au QDM.

Dans le cours, on apprend que :

$$QDM = QDR \pm 2 \gamma \pm \Delta Dm \pm 180^\circ$$

$$QDR \pm 2 \gamma \pm \Delta Dm \pm 180^\circ$$

##### QUESTION 2

##### REPONSE A

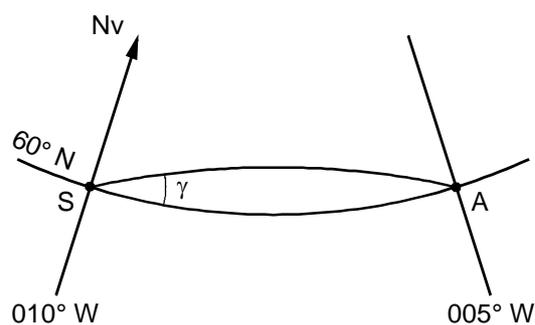
Pour se diriger vers la station NDB (ou VOR), sans vent, il faut au départ adopter un cap égal au QDM.

**QDM**

##### QUESTION 3

##### REPONSE A

Schéma



##### Correction de Givry

$$\gamma = \frac{1}{2} g \sin Lm$$

$$\gamma = 0,5 \times 5 \times \sin 60^\circ$$

$$\gamma = 2^\circ$$

L'avion se trouve sur le radial vrai :

$$Z_{VS} = 088^\circ$$

Tableau d'orientation à la station :

$\xleftarrow{Dm_S}$ V    - 18°    M		Z
088°            106°		Z

$$Z_{mS} = 106^\circ$$

**RADIAL 106°**

**QUESTION 4**

**REPONSE D**

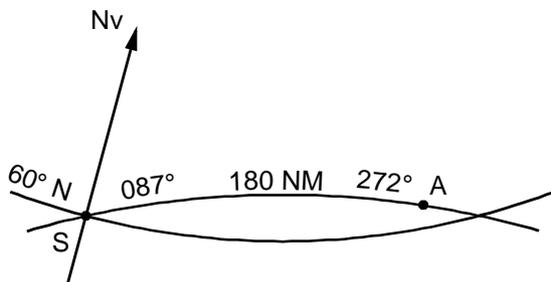
Radial vrai du VOR

Tableau d'orientation à la station VOR :

	$\xleftarrow{Dm_S}$	
V	$+ 13^\circ$	M
<b>087°</b>		074°
		Z

$$Z_{VS} = 087^\circ$$

Schéma



**Convergence avion station**

$$CG = g \sin Lm$$

$$g = \frac{e}{\cos Lm}$$

$$CG = \frac{e'}{\cos Lm} \sin Lm \quad e \text{ exprimé en '}$$

$$CG = \frac{e^\circ}{60} \operatorname{tg} Lm \quad e \text{ exprimé en } ^\circ$$

$$CG = \frac{180}{60} \operatorname{tg} 60 = 3 \sqrt{3} = 5,2^\circ \# 5^\circ$$

**Orientation de l'orthodromie à l'avion**

$$Z_{VA} = 087^\circ + 5^\circ \pm 180^\circ = 272^\circ$$

Tableau d'orientation à l'avion :

	$\xleftarrow{Dm_A}$	
V	$+ 10^\circ$	M
<b>272°</b>		<b>262°</b>
		R

$$Rm = 262^\circ$$

**QUESTION 5**

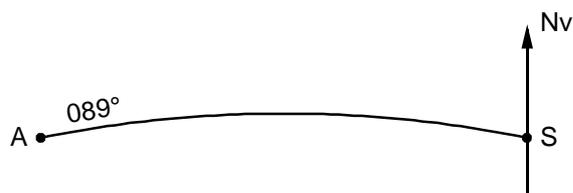
**REPONSE D**

Route vraie suivie par l'avion :

	$\xleftarrow{Dm_A}$	
V	$- 2^\circ$	M
<b>089°</b>		091°
		R

$$Rv = 089^\circ$$

Schéma



**Convergence avion station**

$$CG = g \sin Lm$$

$$CG = \frac{e}{60} \operatorname{tg} Lm$$

$$CG = \frac{180}{60} \operatorname{tg} 53^\circ$$

$$CG = 4^\circ$$

**Orientation de l'orthodromie à la station**

$$Z_{VS} = 089^\circ + 4^\circ \pm 180^\circ = 273^\circ$$

**Radial VOR**

Tableau d'orientation à l'avion :

	$\xleftarrow{D_{ms}}$		
V	$- 8^\circ$	M	
273°	281°	Z	

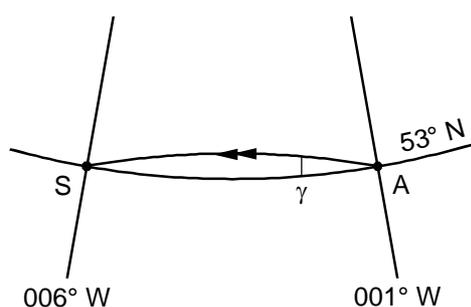
$$Z_{mS} = 281^\circ$$

**RADIAL 281°**

**QUESTION 6**

**REPONSE C**

Schéma



**Correction de Givry**

$$\gamma = \frac{1}{2} g \sin Lm$$

$$\gamma = 0,5 \times 5 \times \sin 53^\circ$$

$$\gamma = 2^\circ$$

Route vraie suivie par l'avion :

$$R_v = 270 + \gamma = 272^\circ$$

On peut aussi dire que l'avion relève la station au relèvement vrai  $Z_{VA} = 272^\circ$ .

**Calcul du gisement**

Tableau d'orientation de l'avion :

V		
264°	C	
272°	+ 8° ↓ Z	Gt

$Gt = + 8^\circ$

$G^t = 008^\circ$

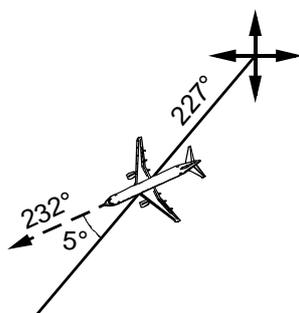
**Remarque**

On peut aussi dire que, navigant station avant vers une balise NDB, l'aiguille de l'ADF indique un gisement égal à la dérive.

$Gt = X = Rv - Cv = 272^\circ - 264^\circ = + 8^\circ$

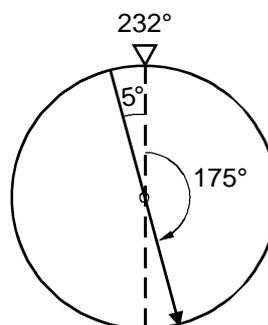
**QUESTION 7**

Schéma



**REPONSE C**

Station arrière, le gisement de l'aiguille ADF vaut  $X \pm 180^\circ$



$Gt = 175^\circ$

**Remarque**

On peut aussi renseigner le tableau d'orientation de la façon suivante :

M		
227°	R	
232°	- 5° ↑ X	
047°	C	
	175° ↓ Z	Gt

L'avion relève la station au relèvement magnétique :

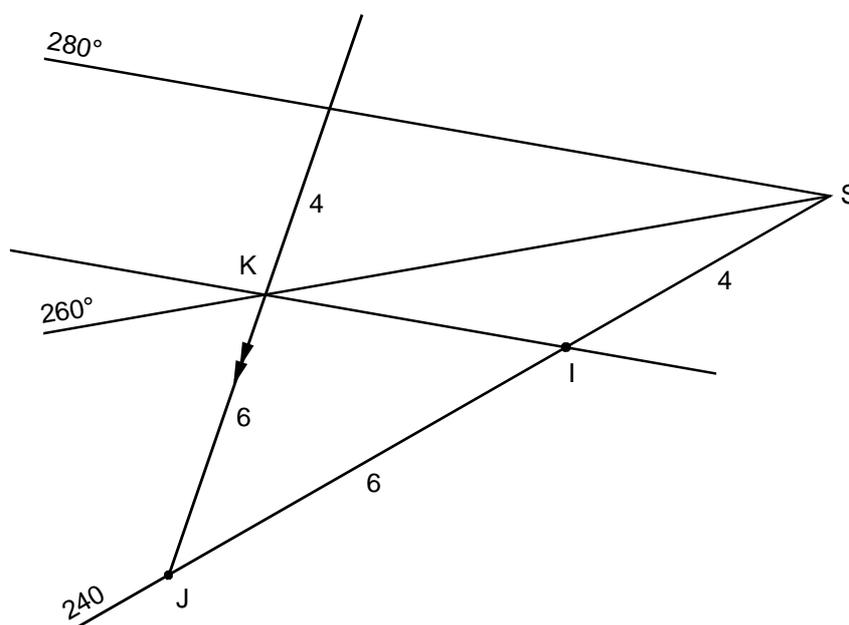
$Zm_A = 227^\circ - 180^\circ = 047^\circ$

$Gt = 175^\circ$

QUESTION 8

REPONSE C

Tracé graphique



On trace les 3 radials 280°, 260° et 240°.

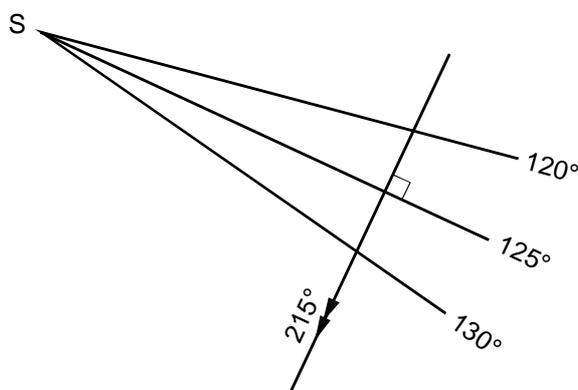
Sur le dernier radial, on porte des longueurs proportionnelles à 4 et 6 min soit par exemple 4 cm et 6 cm. Cela donne les points I et J. Par I, on trace une parallèle au QDR 280° qui coupe le QDR 260° en K. KJ est parallèle à la route magnétique suivie. On mesure l'orientation de KJ :

**Rm = 199°**

QUESTION 9

REPONSE C

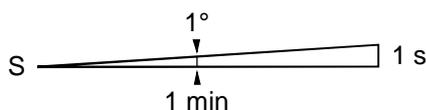
Schéma



Pour résoudre ce problème, la méthode calcul mental, que l'on utilise en vol, est la plus rapide.

On a mis 3 min soit 180°s pour parcourir 10° de QDR. Il faut donc 18s pour parcourir 1°.

On est donc à 18 min de la station en fonction de l'équivalence exprimée par le schéma :



18 min à 300 kt (5 NM/min) représente une distance de :

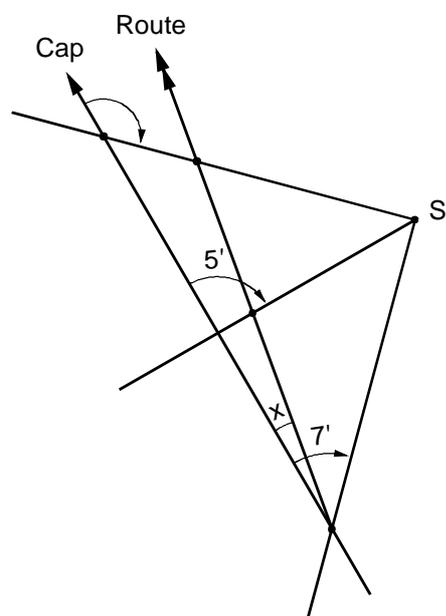
$$D = 18 \times 5 = 90 \text{ NM}$$

**D = 90 NM**

## QUESTION 10

## REPONSE A

Schéma



Formule donnant la dérive :

$$|X| = 60 \frac{t_2 - t_1}{t_1 + t_2}$$

$$|X| = 60 \frac{7 - 5}{7 + 5} = 60 \times \frac{2}{12}$$

$$|X| = 10^\circ$$

On « visualise » que la dérive est droite.

**X = 10° droite**

## QUESTION 11

## REPONSE C

Schéma

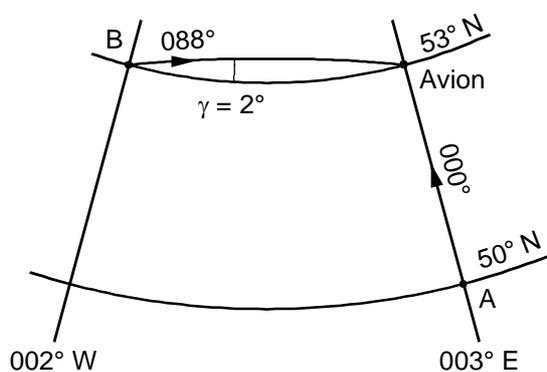


Tableau orientation VOR A :

Dm	←	M		
V	- 12°	M		
<b>000°</b>		<b>012°</b>	Z	$Z_{VS} = 000^\circ$

Tableau orientation VOR B :

Dm	←	M		
V	- 14°	M		
<b>088°</b>		<b>102°</b>	Z	$Z_{VS} = 088^\circ$

Le radial vrai 088° du VOR B recoupe le parallèle 53°N à une longitude de :

$$\gamma = \frac{1}{2} g \sin Lm \qquad g = \frac{2 \gamma}{\sin Lm} = \frac{4^\circ}{\sin 53^\circ} = 5^\circ$$

$$G = 002^\circ W - 5^\circ = 003^\circ E$$

L'avion est à la position :

**53°N - 003°E**

**QUESTION 12**

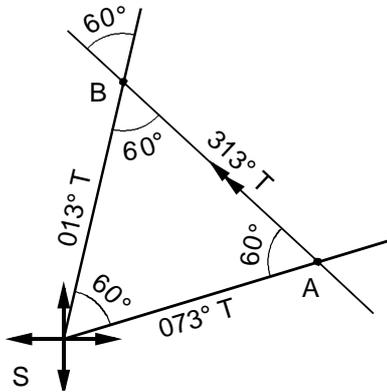
**REPONSE C**

Transformons, dans un premier temps, les radials magnétiques en radials vrais.

$$QDR\ 083^\circ = 073^\circ T \quad (\text{True})$$

$$QDR\ 023^\circ = 013^\circ T$$

Schéma



**Calcul de la route vraie suivie**

$$Cm = 330^\circ$$

$$Cv = 320^\circ$$

Computer :

$$Cv = 320^\circ$$

$$Vp = 360\text{ kt}$$

$$Vw = 090^\circ/65\text{ kt}$$

$$Vs = 405\text{ kt}$$

$$Rv = 313^\circ$$

On remarque que le triangle SAB est équilatéral.

$$SB = AB = 12\text{ min de vol à } 405\text{ kt}$$

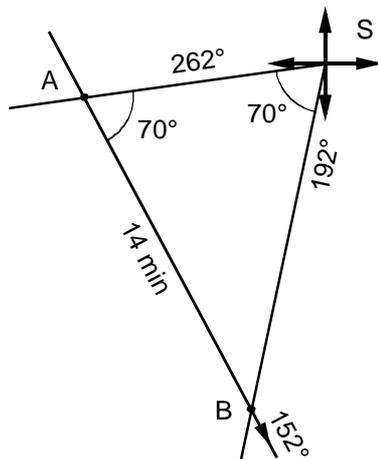
$$AB = 405 \times \frac{12}{60} = \frac{405}{5} = 81\text{ NM}$$

**SB = 81 NM**

**QUESTION 13**

**REPONSE D**

Schéma



On remarque que le triangle SAB est isocèle en B :

$$A = S = 70^\circ$$

donc :

$$SB = AB = 14\text{ min de vol}$$

A 360 kt (6 NM/min) la distance parcourue est de :

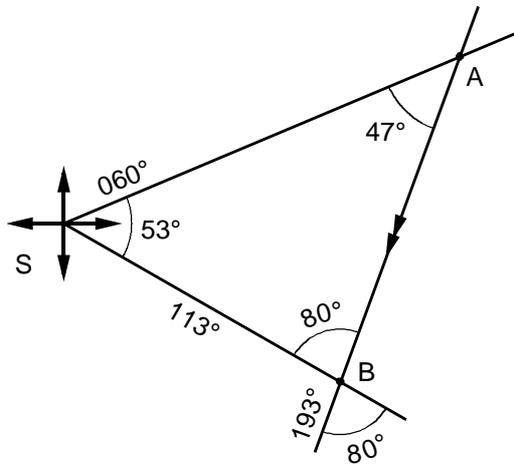
$$AB = 14 \times 6 = 84\text{ NM}$$

**SB = 84 NM**

QUESTION 14

REPONSE D

Schéma



On constate que le triangle est quelconque.

Il faut donc dans ce cas faire une construction graphique soignée et effectuer la mesure de distance SB.

AB = 11 min de vol

$$AB = \frac{395 \times 11}{60} = 72 \text{ NM} = 72 \text{ mm}$$

Pour réaliser cette construction astucieusement, il faut d'abord tracer le segment AB = 72 mm ; puis tracer les radials en « remontant vers la station ».

Ainsi, par A on trace une droite orientée au 240° qui va vers la station, puis par B une droite orientée au 293°. Ces deux droites se coupent en S.

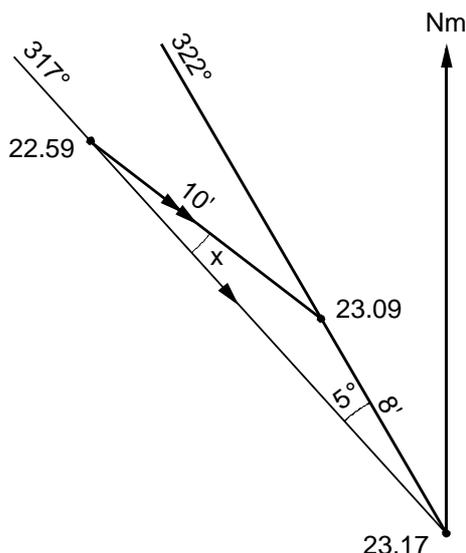
On mesure SB = 66 mm

**SB = 66 NM**

QUESTION 15

REPONSE D

Schéma



La dérive est gauche.

Dans le triangle, on a :

$$\frac{\sin X}{8} = \frac{\sin 5^\circ}{10}$$

Comme ces angles sont petits :

$$\frac{X}{8} = \frac{5}{10}$$

$$|X| = 4^\circ$$

**X = 4° gauche**

**QUESTION 16**

**REPONSE A**

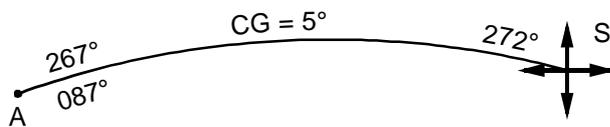
Radial vrai

Tableau d'orientation à la station :

$\overleftarrow{Dm_S}$		
V	$+ 27^\circ$	M
<b>272°</b>		245°
		Z

$$Z_{VS} = 272^\circ$$

Schéma



**Convergence avion station**

$$CG = g \sin Lm$$

$$CG = \frac{e}{60} \operatorname{tg} Lm$$

$$CG = \frac{180}{60} \operatorname{tg} 60^\circ$$

$$CG = 3 \sqrt{3} = 5,2^\circ \neq 5^\circ$$

Orientation vraie de l'orthodromie à l'avion :

$$Z_{VA} = 272^\circ - 5^\circ - 180^\circ = 087^\circ$$

**Gisement de l'aiguille ADF**

Tableau d'orientation à l'avion :

$\overleftarrow{Dm_A}$		
V	$+ 23^\circ$	M
		303°
		C
		<b>121°</b> ↓ Gt
087°		064°
		Z

$$G^t = 121^\circ$$

**QUESTION 17**

**REPONSE B**

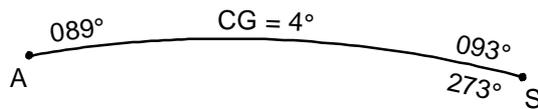
Relèvement de la station par l'avion

Tableau d'orientation à l'avion :

$\overleftarrow{Dm_A}$		
V	$- 14^\circ$	M
		048°
		C
		55° ↓ Gt
<b>089°</b>		103°
		Z

$$Z_{VA} = 089^\circ$$

Schéma



**Convergence avion station**

$$CG = g \sin Lm$$

$$CG = \frac{e}{60} \operatorname{tg} Lm$$

$$CG = \frac{150}{60} \operatorname{tg} 58^\circ$$

$$CG = 4^\circ$$

**Radial VOR**

Tableau d'orientation à la station :

	$\xleftarrow{Dm_s}$		
V	- 21°	M	
273°		294°	Z

$$Zm_s = 294^\circ$$

**RADIAL 294°**

**QUESTION 18**

**REPONSE A**

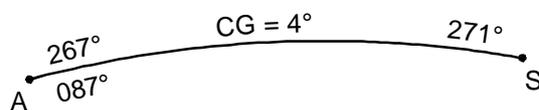
Radial vrai

Tableau d'orientation à la station :

	$\xleftarrow{Dm_s}$		
V	- 22°	M	
271°		293°	

$$Zv_s = 271^\circ$$

Schéma



**Convergence avion station**

$$CG = g \sin Lm$$

$$CG = \frac{e}{60} \operatorname{tg} Lm$$

$$CG = \frac{180}{60} \operatorname{tg} 53^\circ$$

$$CG = 4^\circ$$

Orientation vraie de l'orthodromie à l'avion :

$$Zv_A = 271^\circ - 4^\circ - 180^\circ = 087^\circ$$

Cap magnétique suivi par l'avion

Tableau d'orientation à l'avion :

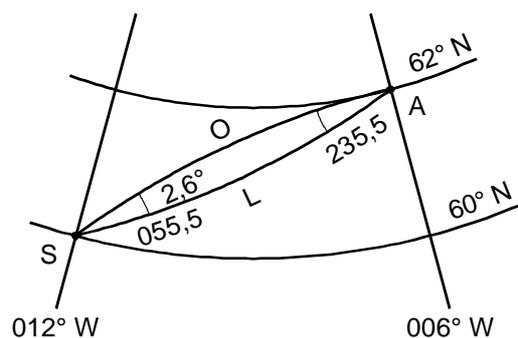
	$\overleftarrow{Dm_A}$	
V	- 26°	M
	166°	C
		307° ↓ Gt
087°	113°	Z

$Cm = 166°$

II - PROBLEMES DE RMI

QUESTION 19

Schéma



REPONSE A

Correction de Givry

$$\gamma = \frac{1}{2} g \sin Lm$$

$$\gamma = 0,5 \times 6 \times \sin 61°$$

$$\gamma = 2,6°$$

La station relève l'avion au relèvement vrai :

$$Z_{VS} = 055,5° - 2,6° = 052,9° \# 53°$$

Radial VOR

Tableau d'orientation à la station :

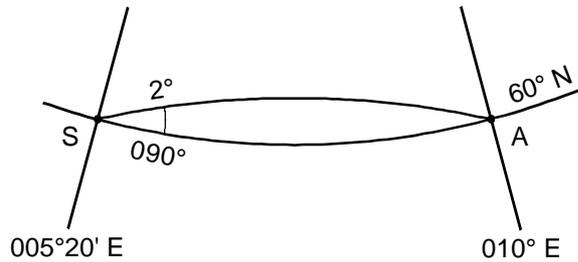
	$\overleftarrow{Dm_S}$	
V	- 6°	M
053°	059°	Z

$Zm_S = 059°$

Aiguille VOR 239°

**QUESTION 20**

Schéma



**Radial VOR**

Tableau d'orientation à la station :

V	← D <sub>MS</sub> + 8°	M		
088°		<b>080°</b>	Z	

Z<sub>MS</sub> = 080°

**Aiguille VOR 260°**

**REPONSE B**

**Correction de Givry**

$$\gamma = \frac{1}{2} g \sin Lm$$

$$\gamma = 0,5 \times 4,66 \times \sin 60^\circ$$

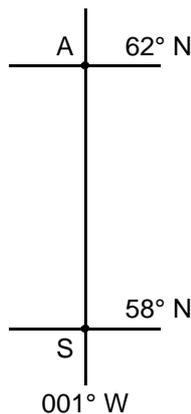
$$\gamma = 2^\circ$$

La station relève l'avion sous un relèvement vrai :

$$Z_{VS} = 090^\circ - 2^\circ = 088^\circ$$

**QUESTION 21**

Schéma



La station relève l'avion sous un relèvement vrai 360°.

**Radial VOR**

Tableau d'orientation à la station :

V	← D <sub>MS</sub> + 1°	M		
360°		<b>359°</b>	Z	Z <sub>MS</sub> = 359°

**Aiguille VOR 179°**

**QUESTION 22**

**REPONSE A**

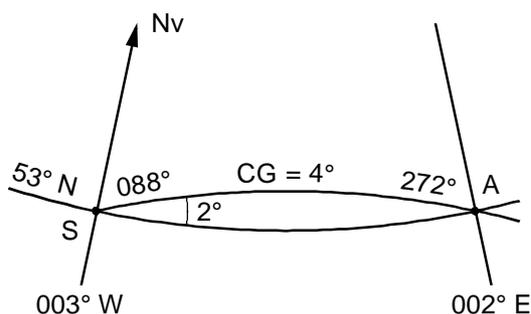
Radial vrai du VOR

Tableau d'orientation à la station :

$Dm_S$		
←	-	1°
V		M
088°	089°	Z

$Z_{VS} = 088^\circ$

Schéma



**Convergence avion station**

$CG = g \sin Lm$

$CG = 5 \times \sin 53^\circ$

$CG = 4^\circ$

L'avion relève la station au relèvement vrai :

$Z_{VA} = 088^\circ + 4^\circ + 180^\circ = 272^\circ$

**Calcul de la dérive**

Tableau d'orientation à l'avion :

$Dm_A$		
←	-	7°
V		M
272°	279°	R
		- 2° ↑ X
	281°	C

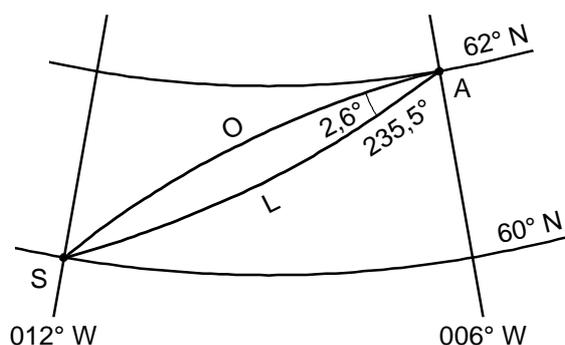
PA sur INS, l'avion suit la route vraie 272° (=  $Z_{VA}$ ).

$X = - 2^\circ$

**QUESTION 23**

**REPONSE D**

Schéma



**Correction de Givry**

$\gamma = \frac{1}{2} g \sin Lm$

$\gamma = 0,5 \times 6 \times \sin 61^\circ$

$\gamma = 2,6^\circ$

L'avion relève la station au relèvement vrai :

$Z_{VA} = 235,5^\circ + 2,6^\circ = 238,1^\circ \# 238^\circ$

**Aiguille ADF**

Tableau d'orientation à l'avion :

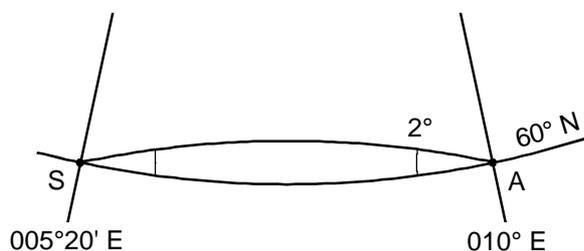
	$\xleftarrow{Dm_A}$		$\xleftarrow{d}$	
V	- 3°	M	- 2°	C
238°		241°		<b>243°</b>

Z      Zc = 243°

**Aiguille ADF 243°**

**QUESTION 24**

Schéma



**REPONSE A**

**Correction de Givry**

$$\gamma = \frac{1}{2} g \sin Lm$$

$$\gamma = 0,5 \times 4,66 \times \sin 60^\circ$$

$$\gamma = 2^\circ$$

L'avion relève la station sous le relèvement vrai :

$$Z_{VA} = 270^\circ + 2^\circ = 272^\circ$$

**Aiguille ADF**

Tableau d'orientation à l'avion :

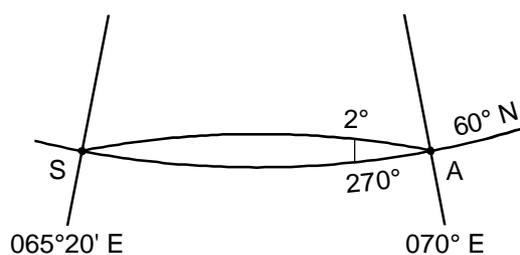
	$\xleftarrow{Dm_A}$		$\xleftarrow{d}$	
V	+ 4°	M	+ 3°	C
272°		268°		<b>265°</b>

Z      Zc = 265°

**Aiguille ADF 265°**

**QUESTION 25**

Schéma



**REPONSE B**

**Correction de Givry**

$$\gamma = \frac{1}{2} g \sin Lm$$

$$\gamma = 0,5 \times 4,66 \times \sin 60^\circ$$

$$\gamma = 2^\circ$$

L'avion relève la balise sous le relèvement vrai :

$$Z_{VA} = 270^\circ + 2^\circ = 272^\circ$$

L'aiguille de l'ADF indique  $Z_c = 260^\circ$

**Déviations du RMI ADF**

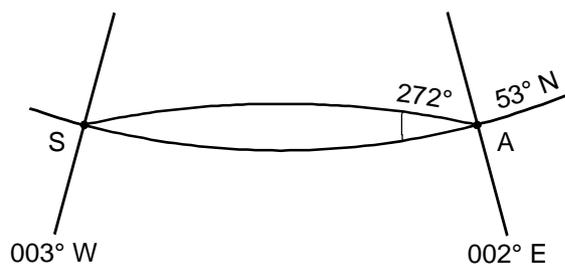
Tableau d'orientation à l'avion :

	$\xleftarrow{Dm_A}$		$\xleftarrow{d}$	
V	$+13^\circ$	M	$-1^\circ$	C
272°		259°		260°
				Z

$d = -1^\circ$

**QUESTION 26**

Schéma



**Calcul du Cap compas**

Tableau d'orientation à l'avion :

	$\xleftarrow{Dm_A}$		$\xleftarrow{d}$	
V	$-7^\circ$	M	$+2^\circ$	C
272°		279°		151°
				C
				126° ↓ Gt
272°		279°		277°
				Z

$Cc = 151^\circ$

**REPONSE C**

**Correction de Givry**

$$\gamma = \frac{1}{2} g \sin Lm$$

$$\gamma = 0,5 \times 5 \times \sin 53^\circ$$

$$\gamma = 2^\circ$$

L'avion relève la station sous le relèvement vrai :

$$Z_{VA} = 270^\circ + 2^\circ = 272^\circ$$

**QUESTION 27**

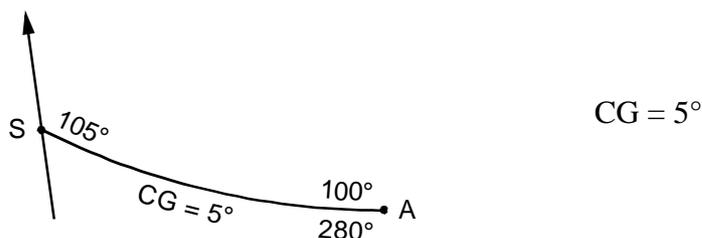
**REPONSE C**

Radial vrai du VOR

Tableau d'orientation à la station :

	$\xleftarrow{Dm_S}$			
V	$+ 5^\circ$	M		
<b>105°</b>		100°	Z	$Z_{VS} = 105^\circ$

Schéma



L'avion relève la station sous un relèvement vrai :

$$Z_{VA} = 105^\circ - 5^\circ + 180^\circ = 280^\circ$$

**Aiguille ADF**

Tableau d'orientation à l'avion :

	$\xleftarrow{Dm_A}$		$\xleftarrow{d}$	
V	$+ 2^\circ$	M	$0^\circ$	C
280°		278°	<b>278°</b>	Z

**Aiguille ADF 278°**

**QUESTION 28**

**REPONSE C**

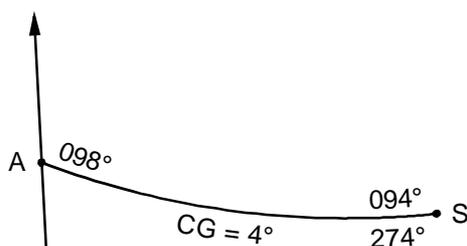
L'aiguille ADF indique  $Z_c = 103^\circ$

L'avion relève la station sous un relèvement vrai :

Tableau d'orientation à l'avion :

	$\xleftarrow{Dm_A}$		$\xleftarrow{d}$	
V	$- 2^\circ$	M	$- 3^\circ$	C
<b>098°</b>		100°	103°	Z

Schéma



$$CG = 4^\circ$$

La station relève l'avion au relèvement vrai :

$$Z_{VS} = 098^\circ - 4^\circ + 180^\circ = 274^\circ$$

**Aiguille VOR**

Tableau d'orientation à la station :

V	$\xleftarrow{Dm_S}$ + 3°	M	
274°		271°	Z

$$Z_{mS} = 271^\circ$$

**Aiguille VOR 091°**

**QUESTION 29**

**REPONSE C**

L'aiguille ADF indique  $Z_c = 175^\circ$

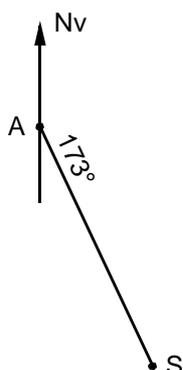
L'avion relève la station sous un relèvement vrai :

Tableau d'orientation à l'avion :

V	$\xleftarrow{Dm_A}$ - 4°	M	$\xleftarrow{d}$ + 2°	C	
173°		177°		175°	Z

$$Z_{VA} = 173^\circ$$

Schéma



Proche de l'équateur

$$CG = 0^\circ$$

La station relève l'avion au relèvement vrai :

$$Z_{VS} = Z_{VA} \pm 180^\circ = 173^\circ + 180^\circ = 353^\circ$$

**Déclinaison magnétique à la station**

L'aiguille VOR indique 173° donc  $Z_{mS} = 353^\circ$

Tableau d'orientation à la station :

	$\xleftarrow{D_{mS}}$		
V	$0^\circ$	M	
353°		353°	Z

$D_{mS} = 0^\circ$

**QUESTION 30**

**REPONSE A**

L'aiguille VOR indique 115° donc  $Z_{mS} = 295^\circ$

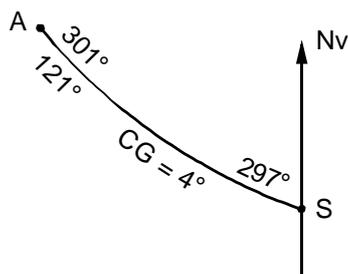
Radial vrai du VOR

Tableau d'orientation à la station :

	$\xleftarrow{D_{mS}}$		
V	$+ 2^\circ$	M	
297°		295°	Z

$Z_{VS} = 297^\circ$

Schéma



$CG = 4^\circ$

L'avion relève la station sous un relèvement vrai :

$$Z_{VA} = 297^\circ + 4^\circ - 180^\circ = 121^\circ$$

**Déclinaison magnétique à l'avion**

L'aiguille ADF indique  $Z_c = 123^\circ$

Tableau d'orientation à l'avion :

	$\xleftarrow{Dm_A}$		$\xleftarrow{d}$	
V	$0^\circ$	M	$-2^\circ$	C
121°		121°		123°
				Z

$Dm_A = 0^\circ$

**QUESTION 31**

**REPONSE A**

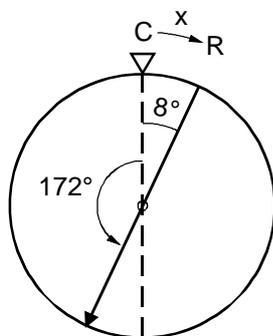
L'aiguille VOR indique  $052^\circ$  donc  $Zm_S = 232^\circ$

L'avion a donc suivi le radial  $232^\circ$  et par conséquent une route magnétique  $Rm = 232^\circ$ .

Route vrai suivie :

	$\xleftarrow{Dm}$		
V	$+12^\circ$	M	
<b>244°</b>		232°	R
			$Rv = 244^\circ$

L'aiguille ADF, qui a gardé un gisement constant de  $172^\circ$  gauche, nous donne la dérive : station arrière  $G^t = X \pm 180^\circ$  ou on « matérialise » sur le RMI :



Dérive droite

$X = +8^\circ$

Le DME indique 54 NM après 10 min de vol :

La vitesse sol a été de :

$$V_s = \frac{D}{t} = \frac{54}{10} \times 60 = 324 \text{ kt}$$

Avec tous ces éléments, on calcule le vent au computer :

$$\left. \begin{array}{l} Rv = 244^\circ \\ X = 8^\circ D \\ Vs = 324 \text{ kt} \\ Vp = 400 \text{ kt} \end{array} \right\} \Rightarrow Vw = 206/91 \text{ kt}$$