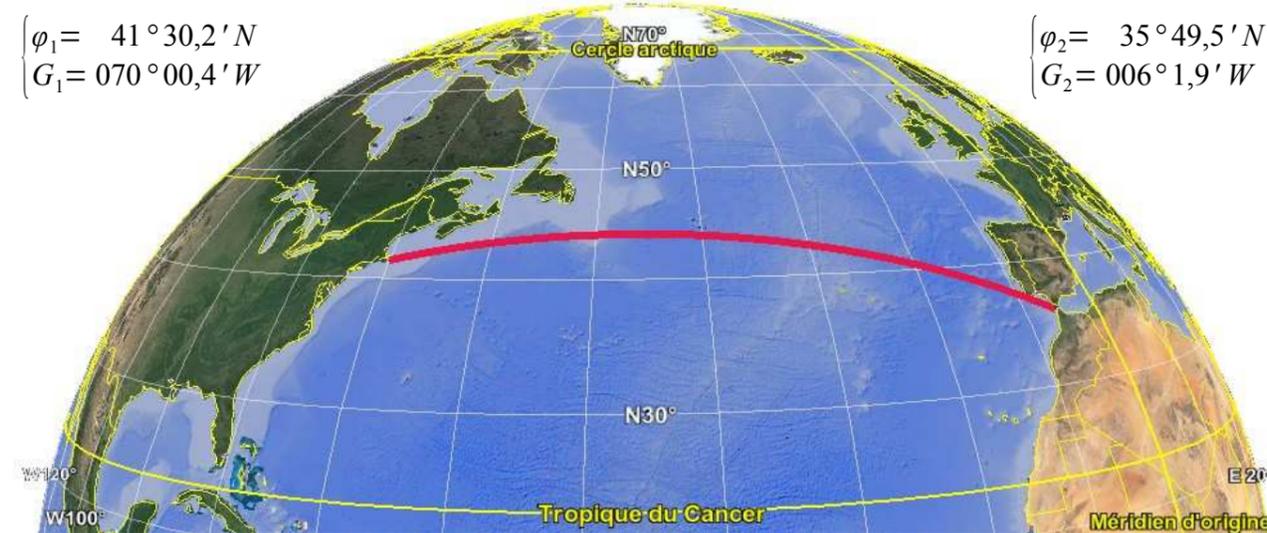


1^{ère} QUESTION (valeur = 10 points)
Orthodromie

Votre navire se prépare à traverser l'Atlantique en suivant une orthodromie depuis le Nord de Nantucket Island (Massachusetts, États Unis) vers le détroit de Gibraltar.

$$\begin{cases} \varphi_1 = 41^\circ 30,2' N \\ G_1 = 070^\circ 00,4' W \end{cases}$$

$$\begin{cases} \varphi_2 = 35^\circ 49,5' N \\ G_2 = 006^\circ 1,9' W \end{cases}$$



- 1) Calculer la distance orthodromique entre les positions 1 et 2 ci-dessus.
- 2) Calculer les coordonnées du vertex de l'orthodromie.

Formulaire

m_o	distance orthodromique
A	angle entre cercle orthodromique et méridien du point de départ (<180°)
V	route-fond orthodromique initiale (<360°)
φ_v	latitude du vertex
G_v	longitude du vertex
Δt	durée du 1 ^{er} tronçon de loxodromie
V_f	vitesse-fond
α	correction de Givry
R_f	route-fond du 1 ^{er} tronçon de loxodromie

$$g = G_2 - G_1 ; \text{ chemin le plus court pour } |g| < 180^\circ$$

$$m_o = 60 \cdot \arccos(\sin(\varphi_1) \cdot \sin(\varphi_2) + \cos(\varphi_1) \cos(\varphi_2) \cos(g))$$

$$A = \arccos\left(\frac{\sin(\varphi_2) - \sin(\varphi_1) \cdot \cos\left(\frac{m_o}{60}\right)}{\cos(\varphi_1) \cdot \sin\left(\frac{m_o}{60}\right)}\right) \begin{cases} g > 0 \Rightarrow V = 360^\circ - A \\ g < 0 \Rightarrow V = A \end{cases}$$

$$|\varphi_v| = \arccos(\cos(\varphi_1) \cdot \sin(A)) \begin{cases} A < 90^\circ \Rightarrow \varphi_v > 0 \\ A > 90^\circ \Rightarrow \varphi_v < 0 \end{cases}$$

$$G_v = G_1 \pm \arccos\left(\frac{\tan(\varphi_1)}{\tan(\varphi_v)}\right) \begin{cases} g > 0 \Rightarrow \text{signe} + \\ g < 0 \Rightarrow \text{signe} - \end{cases}$$

$$\alpha = \frac{\Delta t \cdot V_f}{120} \cdot \sin(V) \cdot \tan(\varphi_1) ; R_f = V + \alpha$$

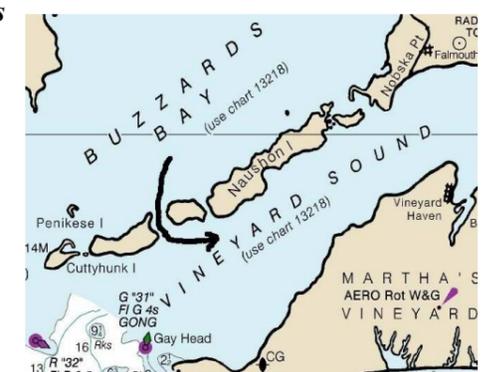
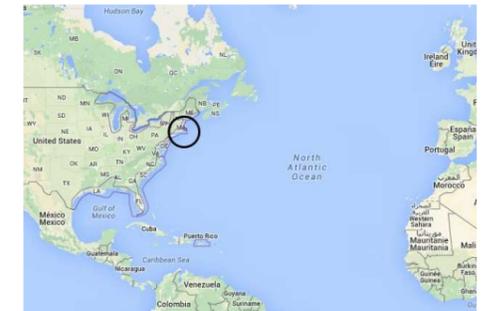
Nota :

1. Tout document autorisé.
 2. Toutes calculatrices autorisées sauf celles équipées de transmissions (téléphone, infra-rouge, wifi, bluetooth, etc)
- Délits de fraude : « Tout candidat pris en flagrant délit de fraude ou convaincu de tentative de fraude sera immédiatement exclu de la salle (sa note sera égale à zéro) sans préjudice de l'application des sanctions prévues par les lois et règlements en vigueur réprimant les fraudes dans les examens et concours ».

Le 15 janvier 2015 votre navire doit appareiller de Buzzards Bay puis emprunter le détroit de Quicks Hole du Nord vers le Sud afin de gagner le Vineyard Sound puis le large vers Gibraltar. Le commandant vous demande préparer la navigation en eaux resserrées entre les points AA et ZZ de la carte avec les contraintes suivantes :

- draft 20 ft (6,01 m)
- speed 12,0 kts (engine order 4)
- No Go Area depth $\leq 1,1 \cdot \text{draft}$
- Margin of Safety depth $\leq 1,2 \cdot \text{draft}$
- Under Keel Clearance $\geq 15\%$ of maximum draft
- hauteur d'eau & courant voir les prévisions
- vent NE force 5 (< 21nds)
- mer peu agitée
- nébulosité 6/8
- visibilité > 10 M
- précipitation néant
- lever / coucher du soleil 07h08 (118°) / 16h36 (241°) locale
- aube / crépuscule nautiques 06h02 / 17h42 locale
- pression 1004 hPa
- température 41°F (+5°C)

1. Lire les instructions nautiques et les prévisions de courant puis choisir une fenêtre horaire de 1 heure pour chenal. Noter l'heure du début de cette fenêtre horaire sur la carte près du point AA
2. Durant cette fenêtre horaire, calculer la hauteur d'eau minimum en pieds (prévisions de marée et correction barométrique).
3. Calculer les sondes correspondant aux limites des zones interdites et des marges de sécurité
4. Sur la carte au 1 : 20 000, hachurer sommairement les zones interdites (No Go Area).
5. Sur la carte au 1 : 20 000, repérer les marges de sécurité par des lignes polygonales (Margin of Safety).
6. Sur les deux carte (1 : 20 000 et 1 : 40 000) choisir et tracer les routes de AA à ZZ puis nommer les points de passage.
7. Sur la carte au 1 : 20 000, préciser la valeur de chaque route-fond en degrés.
8. Préciser les heures de passage aux points tournants pour la vitesse de chenalage imposée et selon l'heure choisie pour le passage en AA.
9. Entre AA et ZZ, repérer la sonde la plus faible sur laquelle passe la route-fond choisie : à cette position, mesurer le surenfoncement à l'aide des courbes jointes, calculer le clair sous quille et vérifier s'il respecte les ordres du commandant.
10. Sur la carte au 1 : 20 000, à l'endroit du plus grand changement de route, tracer l'avance, le transfert et placer le point tournant (Wheel Over Point). Préciser l'angle de barre choisi.
11. Pour ce point tournant, repérer un amer visuel (relèvement traversier), un amer radar (distance sur l'avant) et noter les valeurs (relèvement et distance).
12. Pour la route fond précédant ce point tournant et pour celle le suivant, choisir et tracer un repère parallèle pour chacune.
13. Noter le point de non retour (s'il y a lieu, sinon préciser « néant » en réponse à cette question).



1 ft = 0,3048 m

1 yard = 3 ft

1 cb = 0,1 NM

La carte la plus détaillée est la *carte américaine 13229* (extraits joints) à jour de la dernière correction (31/10/2014). La carte est au 1 : 40 000 ème avec un encart détaillé au 1 : 20 000 ème. Les sondes sont exprimées en pieds au-dessous des plus basses mers (MLLW Mean Lower Low Water) et les altitudes (phares et relief) en pieds au-dessus des pleines mers moyennes (MHW Mean High Water).

Instructions nautiques

US Coast Pilot 2 - Cape Cod, MA to Sandy Hook, NJ – updated at 07 /12/2014

IALA (International Association of Lighthouse Authorities) region B : lateral port marks are green.

The main direction for current (+) and marking buoys in the channel is from Vineyard Sound to Buzzards Bay.

Quicks Hole, between Pasque Island and Nashawena Island, is the only passage between Vineyard Sound and Buzzards Bay available for vessels of over 10-foot draft. The passage is used considerably by tows, especially during westerly or southerly winds, to avoid the very heavy sea in the entrance to Vineyard Sound, and also because a secure anchorage from these winds can be had, if necessary, on the north side of Nashawena Island. Pilotage service is not available for the channel.

Vessels should follow a midchannel course through the passage. The channel is nearly straight with a width of about 0.2 mile. General depths are 30 feet or more, but there are several shoaler spots. Rocks covered 27 to 37 feet are near the center of the channel. The passage between numerous ledges and shoals, is marked by navigational aids. Because of the broken nature of the bottom, **a stranger should attempt passage only at slack water and in daytime.**

Currents : the tidal currents have considerable velocity in Quicks Hole, about 2 to 2.5 knots. Deep-draft vessels should be careful not to be set off their courses.

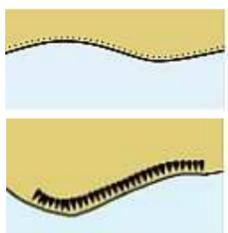
current's true direction	Flood	Ebb
North of Quicks Hole	165°	002°
middle of Quicks Hole	156°	329°
South of Quicks Hole	140°	300°



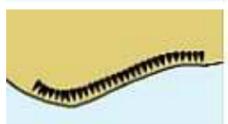
aerial sights of Quicks Hole, direction 080 true



green navigation buoy number 3 in Quicks Hole, in front of Nashawena Island, direction 290 true



Sandy shore



Cliffs, Steep coast



Major light, minor light, light, lighthouse



Lighted beacon tower



Barrel buoy, tun buoy

Prédictions de courants et de hauteur d'eau

<http://tidesandcurrents.noaa.gov/currents15/tab2ac2.html#16>

<http://tidesandcurrents.noaa.gov/noaatidepredictions/NOAATidesFacade.jsp?Stationid=8448251>

All times listed are in **Local Time**, Daylight Saving Time has been applied when appropriate.

Predicted Tidal Current

Quicks Hole

January, 2015

Flood Direction, 156 True.

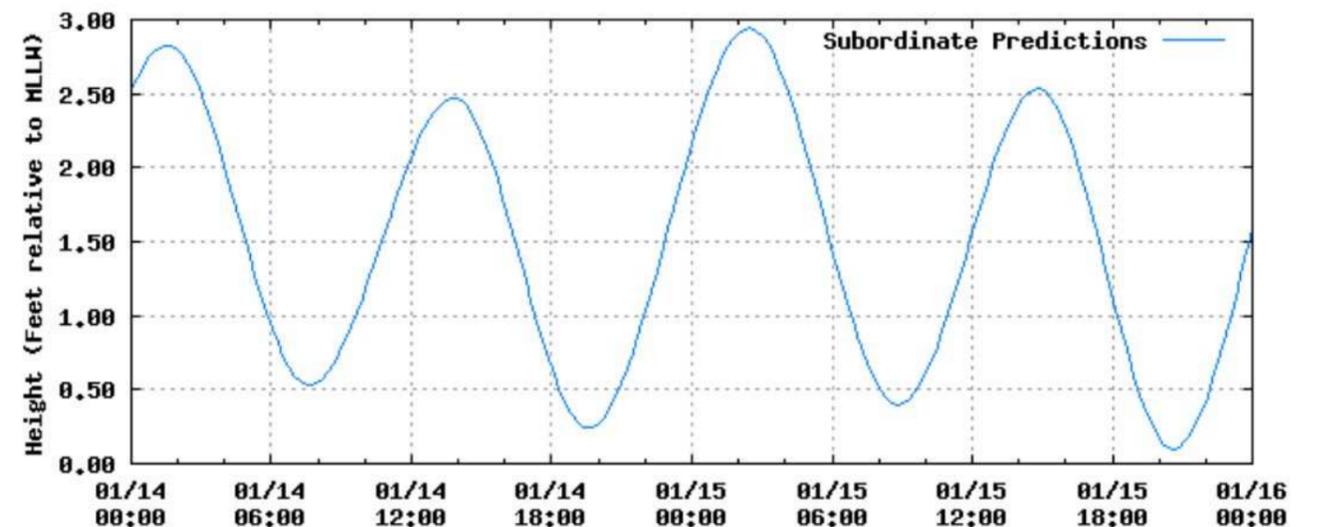
Ebb (-) Direction, 329 True.

NOAA, National Ocean Service

Day	Flood			Ebb			Flood			Ebb		
	Time h.m.	Time h.m.	Veloc knots	Time h.m.	Time h.m.	Veloc knots	Time h.m.	Time h.m.	Veloc knots	Time h.m.	Time h.m.	Veloc knots
12		0049	+1.9	0418	0611	-1.6	1104	1304	+1.7	1631	1830	-1.6
13		0129	+1.9	0501	0657	-1.6	1155	1350	+1.7	1718	1918	-1.5
14	0008	0212	+1.9	0546	0746	-1.6	1245	1439	+1.7	1809	2010	-1.5
15	0054	0258	+2.0	0634	0839	-1.6	1334	1530	+1.8	1904	2105	-1.5
16	0141	0346	+2.1	0724	0933	-1.7	1423	1622	+1.9	2000	2200	-1.6
17	0229	0436	+2.2	0816	1027	-1.9	1512	1716	+2.0	2054	2254	-1.7

Daily Tide Prediction in Feet ; Local Time ; Datum: MLLW

Quick's Hole, MA StationId: 8448251 (Referenced to Station : NEWPORT 8452660)

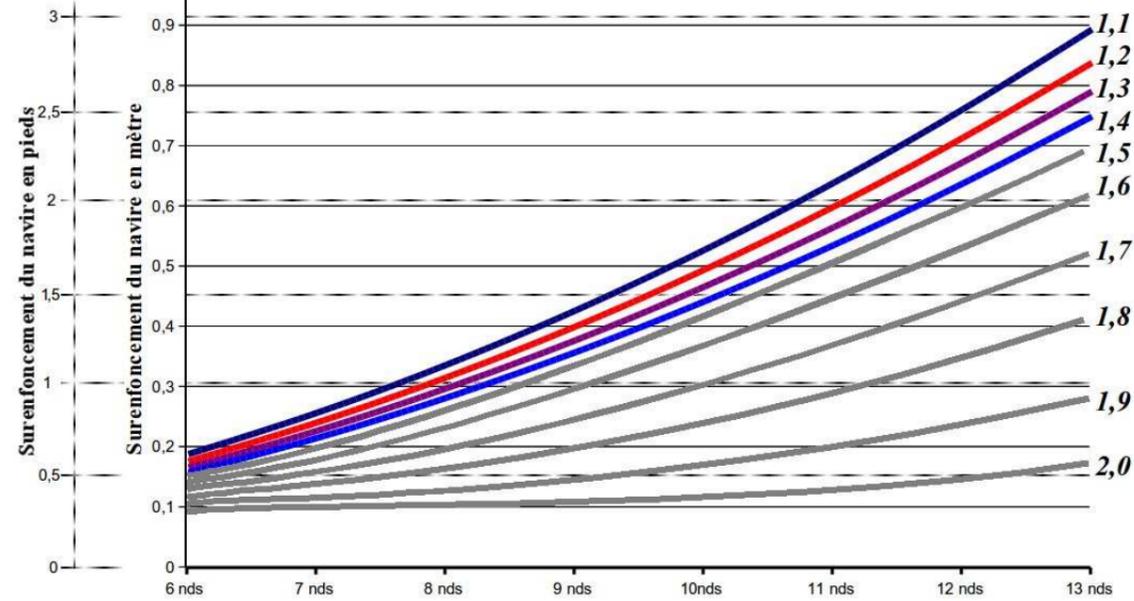


Correction barométrique à la hauteur d'eau des prévisions de marée

Pression barométrique (hPa)	963	973	983	993	1003	1013	1023	1033
Correction de la hauteur (m)	+0,50	+0,40	+0,30	+0,20	+0,10	0	-0,10	-0,20

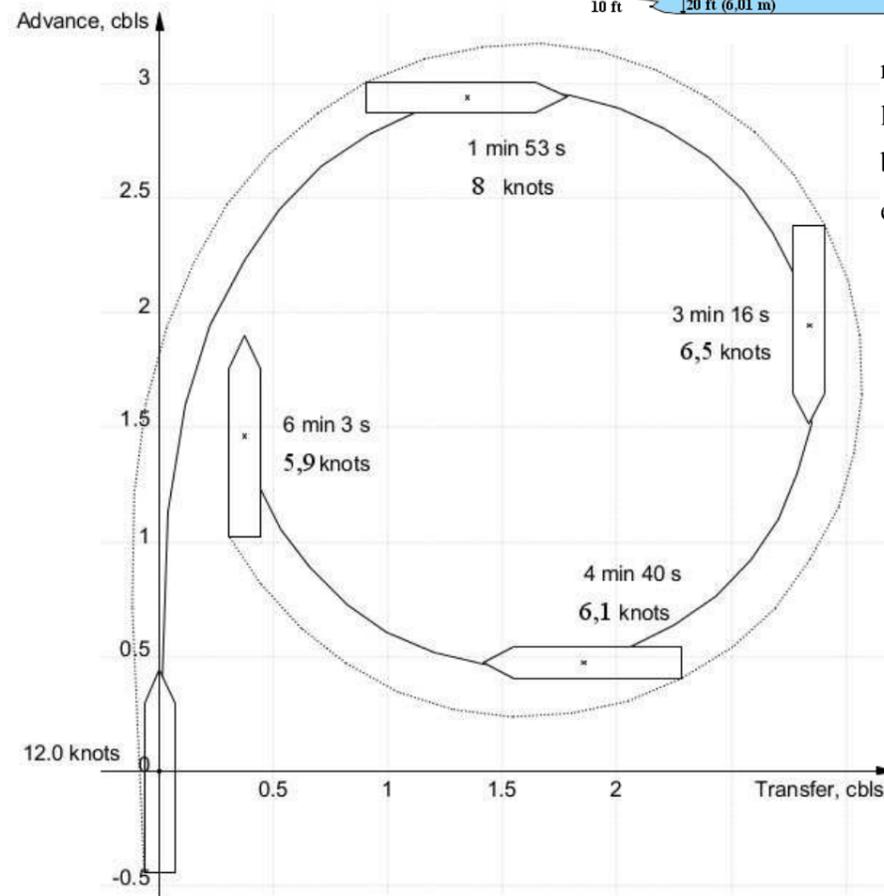
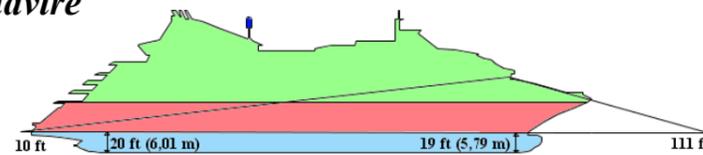
Courbes de surenfoncement

en pieds et en mètre selon la vitesse et le ratio profondeur / tirant d'eau



Diamètre de giration et vitesses du navire

engine order 4
rudder set to 35°
depth > 1,2 x draft



max draft 20 ft 6,01 m
length over all 531 ft 161,8 m
breadth 84 ft 25,6 m
extreme height 135 ft 41,1 m

Characteristics of engine

Engine order	Speed, Knots	
	(A)	(B)
Engine Order 10	19.5	14.2
Engine Order 8	19.0	13.9
Engine Order 6	15.5	12.9
Engine Order 4	12.0	11.1
Engine Order 2	4.8	4.7
Engine Order -2	-3.5	-3.4
Engine Order -4	-7.1	-6.8
Engine Order -6	-9.1	-8.6
Engine Order -8	-11.1	-10.2
Engine Order -10	-12.1	-10.8

A : deep water, water depth 1000 m

B : shallow water, water depth to draft ratio 1.2

engine order 4
10° of rudder

Table of course change, advance and transfer

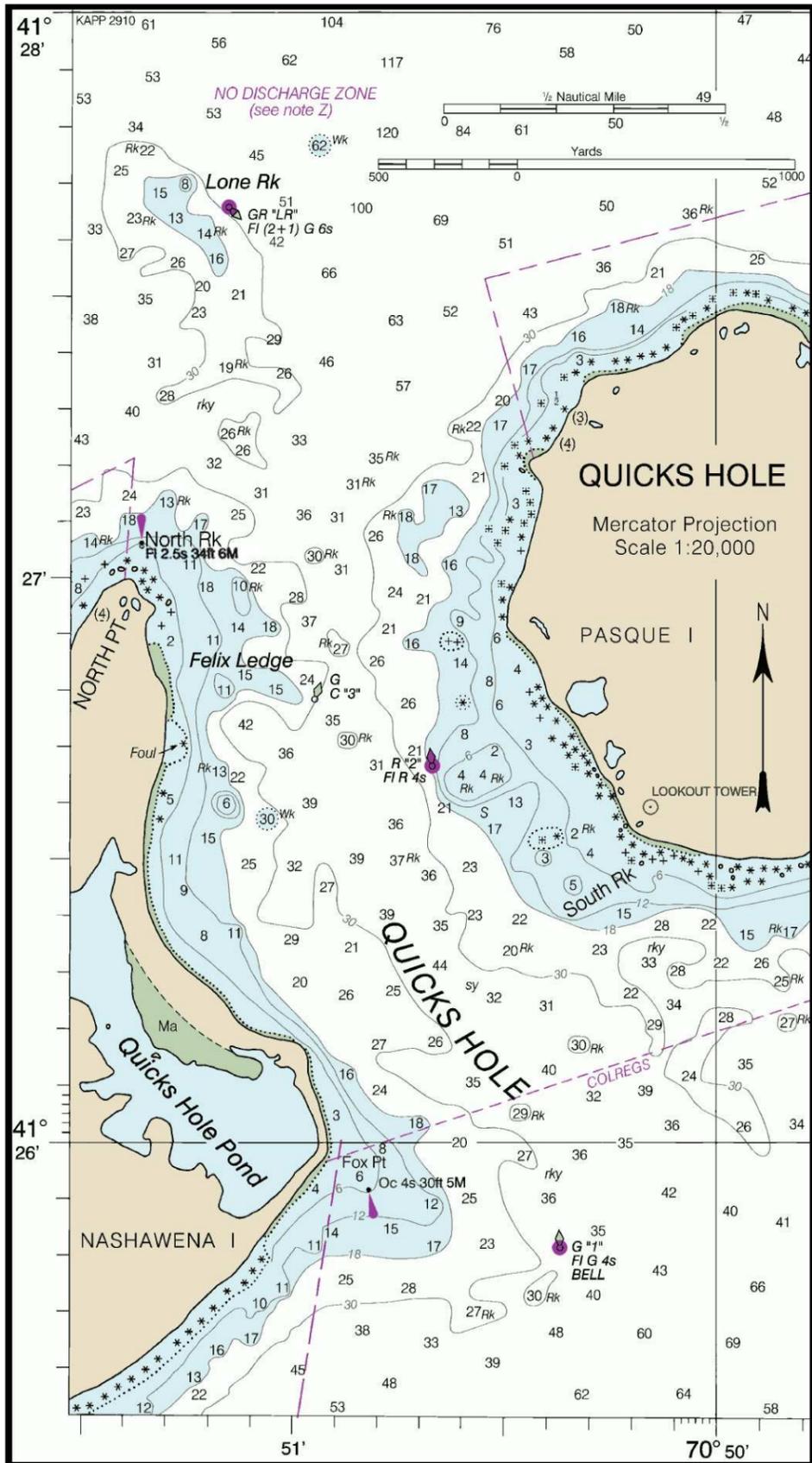
Change of Heading, deg	Speed after turn, knots	Rate of turn, deg/min	Advance, cbls	Transfer, cbls
10	11.8	49.6	1.32	0.02
20	11.5	50.9	2.24	0.18
30	11.1	51.3	3.14	0.51
40	10.8	51.5	3.93	0.96
50	10.5	51.6	4.63	1.54
60	10.3	51.6	5.24	2.26
70	10.1	51.6	5.69	3.05
80	9.9	51.6	6.00	3.89
90	9.8	51.7	6.16	4.78
100	9.7	51.7	6.17	5.73
110	9.6	51.7	6.01	6.62
120	9.5	51.7	5.71	7.47
130	9.5	51.7	5.26	8.25
140	9.4	51.7	4.65	8.98
150	9.4	51.7	3.96	9.56
160	9.3	51.6	3.18	10.02
170	9.3	51.6	2.33	10.33
180	9.3	51.6	1.40	10.50
270	9.1	51.6	-4.29	5.72
360	9.1	51.6	0.48	0.02

engine order 4
20° of rudder

Change of Heading, deg	Speed after turn, knots	Rate of turn, deg/min	Advance, cbls	Transfer, cbls
10	11.8	73.0	0.95	-0.01
20	11.3	74.8	1.57	0.07
30	10.8	75.5	2.16	0.25
40	10.3	76.1	2.69	0.52
50	9.9	76.5	3.17	0.88
60	9.6	76.9	3.54	1.28
70	9.3	77.1	3.86	1.77
80	9.0	77.3	4.08	2.26
90	8.8	77.5	4.21	2.83
100	8.6	77.6	4.25	3.37
110	8.5	77.6	4.18	3.94
120	8.4	77.7	4.03	4.45
130	8.2	77.7	3.77	4.97
140	8.1	77.7	3.45	5.40
150	8.1	77.7	3.03	5.80
160	8.0	77.7	2.58	6.09
170	7.9	77.7	2.05	6.32
180	7.9	77.7	1.52	6.44
270	7.7	77.7	-2.10	3.74
360	7.7	77.7	0.61	0.12

engine order 4
35° of rudder

Change of Heading, deg	Speed after turn, knots	Rate of turn, deg/min	Advance, cbls	Transfer, cbls
10	11.7	97.2	0.82	-0.02
20	11.1	98.7	1.28	0.02
30	10.5	100.7	1.70	0.12
40	9.9	102.2	2.08	0.28
50	9.3	103.3	2.41	0.50
60	8.8	104.1	2.67	0.75
70	8.5	105.3	2.90	1.05
80	8.1	106.1	3.06	1.36
90	7.8	106.8	3.16	1.68
100	7.5	107.4	3.21	2.04
110	7.3	107.9	3.19	2.37
120	7.1	108.3	3.12	2.70
130	6.9	108.6	3.00	3.00
140	6.7	108.9	2.82	3.27
150	6.6	109.2	2.61	3.52
160	6.5	109.4	2.35	3.71
170	6.4	109.5	2.07	3.86
180	6.3	109.7	1.76	3.96
270	6.0	110.3	-0.41	2.61
360	5.9	110.5	0.93	0.45



Last Correction: 11/18/2014. Cleared through:
LNM: 4614 (11/18/2014), NM: 4714 (11/22/2014), CHS: 1014 (10/31/2014)



NAUTICAL CHART 13229 BUZZARDS BAY

MERCATOR PROJECTION AT SCALE 1:40,000

SOUNDINGS IN FEET AT MEAN LOWER LOW WATER

North American Datum of 1983

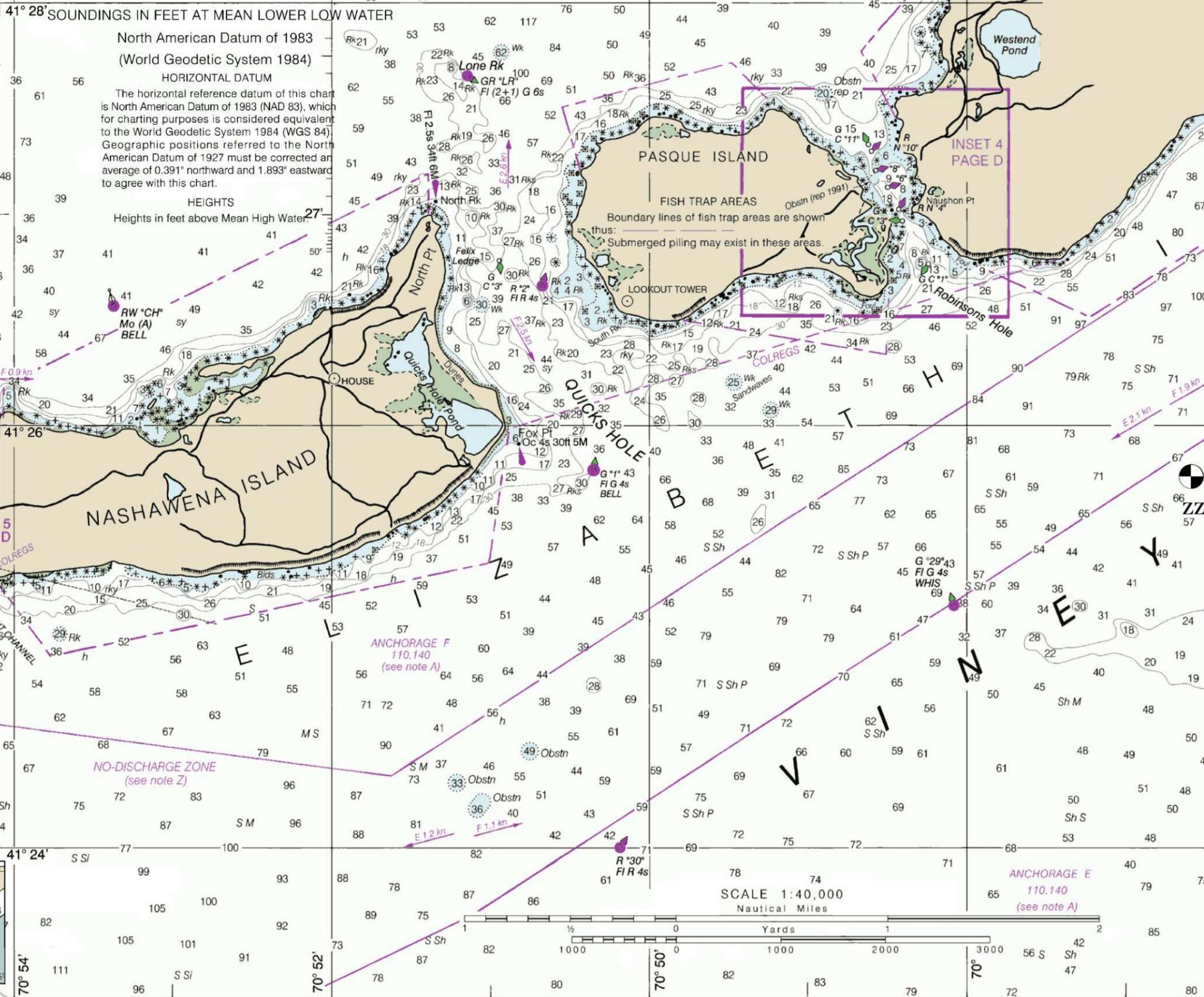
(World Geodetic System 1984)

HORIZONTAL DATUM

The horizontal reference datum of this chart is North American Datum of 1983 (NAD 83), which for charting purposes is considered equivalent to the World Geodetic System 1984 (WGS 84). Geographic positions referred to the North American Datum of 1927 must be corrected an average of 0.391" northward and 1.893" eastward to agree with this chart.

HEIGHTS

Heights in feet above Mean High Water

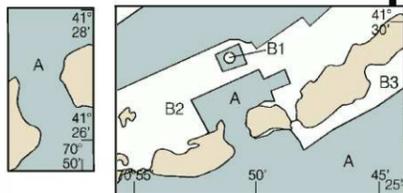


The outlined areas represent the limits of the most recent hydrographic survey information that has been evaluated for charting. Surveys have been banded in this diagram by date and type of survey. Channels maintained by the U.S. Army Corps of Engineers are periodically resurveyed and are not shown on this diagram. Refer to Chapter 1, United States Coast Pilot.

A 1990-2008 NOS Surveys full bottom coverage
B1 1990-2001 NOS Surveys partial bottom coverage
B2 1970-1989 NOS Surveys partial bottom coverage
B3 1940-1969 NOS Surveys partial bottom coverage

Currents:
E 0.6 kn ebb current with average maximum velocity of 0.6 knot.
F 0.5 kn flood current with average maximum velocity of 0.5 knot.

SOURCE DIAGRAM



Correction de la synthèse de navigation

23 (55) de janvier 2015

1) orthodromie

$$\textcircled{1} \quad g = G_2 - G_1 = (+006^\circ 01,9') - (070^\circ 00,4') = -63^\circ 58,5'$$

$$m_0 = 60 \cdot \cos(\sin(41^\circ 30,2') \times \sin(35^\circ 49,5') + \cos(41^\circ 30,2') \times \cos(35^\circ 49,5') \times \cos(-63^\circ 58,5'))$$

$$m_0 = 2948,0 \text{ M}$$

$$\textcircled{2} \quad A = \arcsin \left(\frac{\sin(35^\circ 49,5') - \sin(41^\circ 30,2') \times \cos\left(\frac{2948,0 \text{ M}}{60}\right)}{\cos(41^\circ 30,2') \times \sin\left(\frac{2948,0 \text{ M}}{60}\right)} \right) = 74,460^\circ$$

$$|\varphi_v| = \arcsin \left(\cos(41^\circ 30,2') \times \sin(74,460^\circ) \right) = 43^\circ 49,1'$$

$$A = 74,460^\circ < 90^\circ \Rightarrow \varphi_v = 43^\circ 49,1' \text{ N}$$

$$G_v = (+070^\circ 00,4') \pm \arcsin \left(\frac{\tan(41^\circ 30,2')}{\tan(43^\circ 49,1')} \right) \quad \text{avec signe } \ominus \text{ car } g < 0$$

$$G_v = 047^\circ 14,5' \text{ W}$$

2) préparation de traversée en eaux resserrées

① les instructions nautiques recommandent de franchir Quick's hole à l'étale de courant et de jom : le 15 janvier 2015, la seule étale de courant se produisant tandis que le soleil est levé est à 13^h34. on chenalera donc entre 13^h04 et 14^h04 (heure locale).

② entre 13^h04 et 14^h04 heure locale la marée monte et reste supérieure à 2,1 ft. En raison de la pression atmosphérique, il faut corriger cette hauteur d'eau prédite de +0,09 m = +0,29 ft \approx +0,3 ft soit $H = 2,1 \text{ ft} + 0,3 \text{ ft} = \underline{\underline{+2,4 \text{ ft}}}$ au-dessus du zéro hydrographique (MLLW = Mean lower low Water).

③ NGA: $1,1 \times 20 \text{ ft} = 22 \text{ ft}$; pour que la profondeur $P = H + \Delta \leq 22 \text{ ft}$ il faut que $\Delta \leq 22 \text{ ft} - H = 22 - 2,4 \text{ ft} = 19,6 \text{ ft}$
 MoS: $1,2 \times 20 \text{ ft} = 24 \text{ ft}$: il faudra que $\Delta \geq 24 - 2,4 = 21,6 \text{ ft}$

$$\text{NGA: } \Delta \leq 19,6 \text{ ft}$$

$$\text{MoS: } \Delta \geq 21,6 \text{ ft}$$

④ les lignes de sondes tracées sur les extraits de carte sont à 12ft, 18ft et 30ft. Pour repérer la limite des sondes $\leq 19,6ft$ on relie les sondes notées $\geq 20ft$ et, à défaut, on utilise la ligne de sonde de 30ft. Puis la partie maritime comprise entre cette limite et l'isobathe 9ft sont hachurées. Certains hauts-fonds doivent aussi être hachurés comme Lone Rock.

⑤ les lignes polygonales délimitant les marges de sécurité doivent être tracées sur des sondes $\geq 21,6ft$: en pratique cela revient souvent à utiliser la ligne de sonde de 30ft sauf dans les passages étroits. En effet il convient d'anticiper la réalisation du quart où, en cas d'écart à la route (croiser ou doubler un navire dans le chenal) il sera plus facile de tracer sur le radar des repères parallèles à la route qu'à des relèvements très différents ou très changeants.

⑥ dans la mesure du possible on choisit des routes en relèvement constant sur des amers virels : tourelle, phare... sur l'avant du navire, ou à défaut sur l'arrière. Les noms des points de passage sont simples pour être faciles à saisir sur le GPS et/ou la carte électronique, mais doivent permettre d'insérer un point supplémentaire en cas de modification : AA1 entre AA et BB

⑦ la route-fond est indiquée en dessinant une flèche pour lever le doute, surtout lorsque la même route sert à l'aller et au retour.

⑧

points de passage	distance	durée	heure de passage
AA			13 ^h 04
	2,27 M	0 ^h 12	13 ^h 16
BB	1 M	0 ^h 05	13 ^h 21
CC	2,39 M	0 ^h 12	13 ^h 33
DD			

- ⑨ la sonde la plus faible sur laquelle passe la route - fond est un haut - fond dont le sommet est coté à 27 ft. la profondeur à cet endroit est donc au moins $P = 27 + 2,4 = 29,4$ ft. le rapport $\frac{\text{Profondeur}}{\text{Tirant d'Eau}} = \frac{29,4 \text{ ft}}{20 \text{ ft}} = 1,47 \approx 1,5$

dans le graphique du surcroisement sur la courbe 1,5 pour 12 mds on lit $\text{squat} = 1,9 \text{ ft}$

le clair sous quille est alors $UKC = P - (TE + \text{squat})$
 $UKC = 29,4 \text{ ft} - (20 \text{ ft} + 1,9 \text{ ft})$
 $UKC = 7,5 \text{ ft}$

$\frac{UKC}{TE} = 0,375$ donc $UKC = 37,5\% \times TE > 15\% \times TE$

les consignes du commandant pour l'UKC mini sont bien respectées.

- ⑩ le plus grand changement de route - fond sur la carte au 1:20 000 est en BB : $\Delta R_f = -41^\circ$ - Pour 12 mds et 20° de base on lit Avance = 0,269 M = 538 Yd
 Transfert = 0,052 M = 104 Yd

- ⑪ pour repérer le point tournant, le phare de North Rock est un bon amer radar dans l'axe du navire - l'amer visuel doit être choisi si possible près du travers à la route - fond : ici la côte sablonneuse et en pente douce est un repère incertain et il vaut mieux utiliser la tou - rigée au Sud Ouest de Parake Island car elle doit être plus visible et précise, même si elle est sur l'avant du travers.

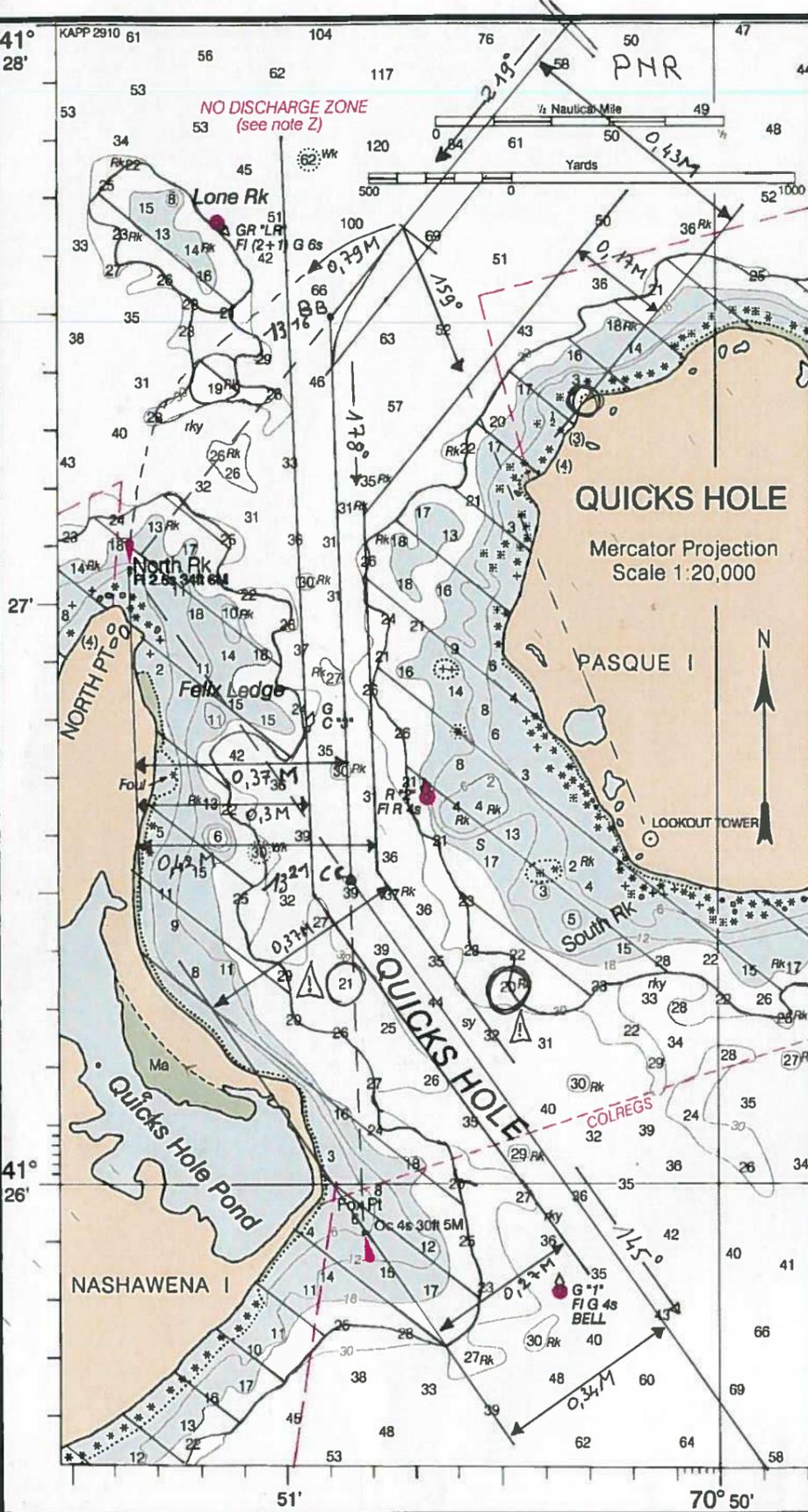
- ⑫ le repère parallèle doit être choisi sur un amer différent du relèvement constant (incertitude due à l'ouverture du lobe radar) : le phare de North Rock est utilisable sur la route au 178° mais mieux vaut en utiliser un autre sur la route au 219° .

Malheureusement la côte sablonneuse et peu inclinée fait un amer radar incertain. N'ayant pas d'alternative, on utilise une pointe sablonneuse en restant prudent sur ce repère parallèle.

- ⑬ à 12 mds et 35° de base le diamètre de giration est 0,3 M : il faut un "PNR"

avant d'entrer dans le couloir limite par les marges de sécurité car sa largeur est de 0,12 M seulement.

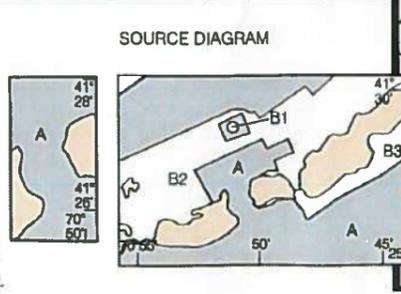
Last Correction: 11/18/2014. Cleared through:
 LNM: 4614 (11/18/2014), NM: 4714 (11/22/2014), CHS: 1014 (10/31/2014)



The outlined areas represent the limits of the most recent hydrographic survey information that has been evaluated for charting. Surveys have been banded in this diagram by date and type of survey. Channels maintained by the U.S. Army Corps of Engineers are periodically resurveyed and are not shown on this diagram. Refer to Chapter 1, United States Coast Pilot.

A 1990-2008 NOS Surveys full bottom coverage
 B1 1990-2001 NOS Surveys partial bottom coverage
 B2 1970-1989 NOS Surveys partial bottom coverage
 B3 1940-1969 NOS Surveys partial bottom coverage

Currents: $E 0.6 kn$ ebb current with average maximum velocity of 0.6 knot.
 $F 0.5 kn$ flood current with average maximum velocity of 0.5 knot.



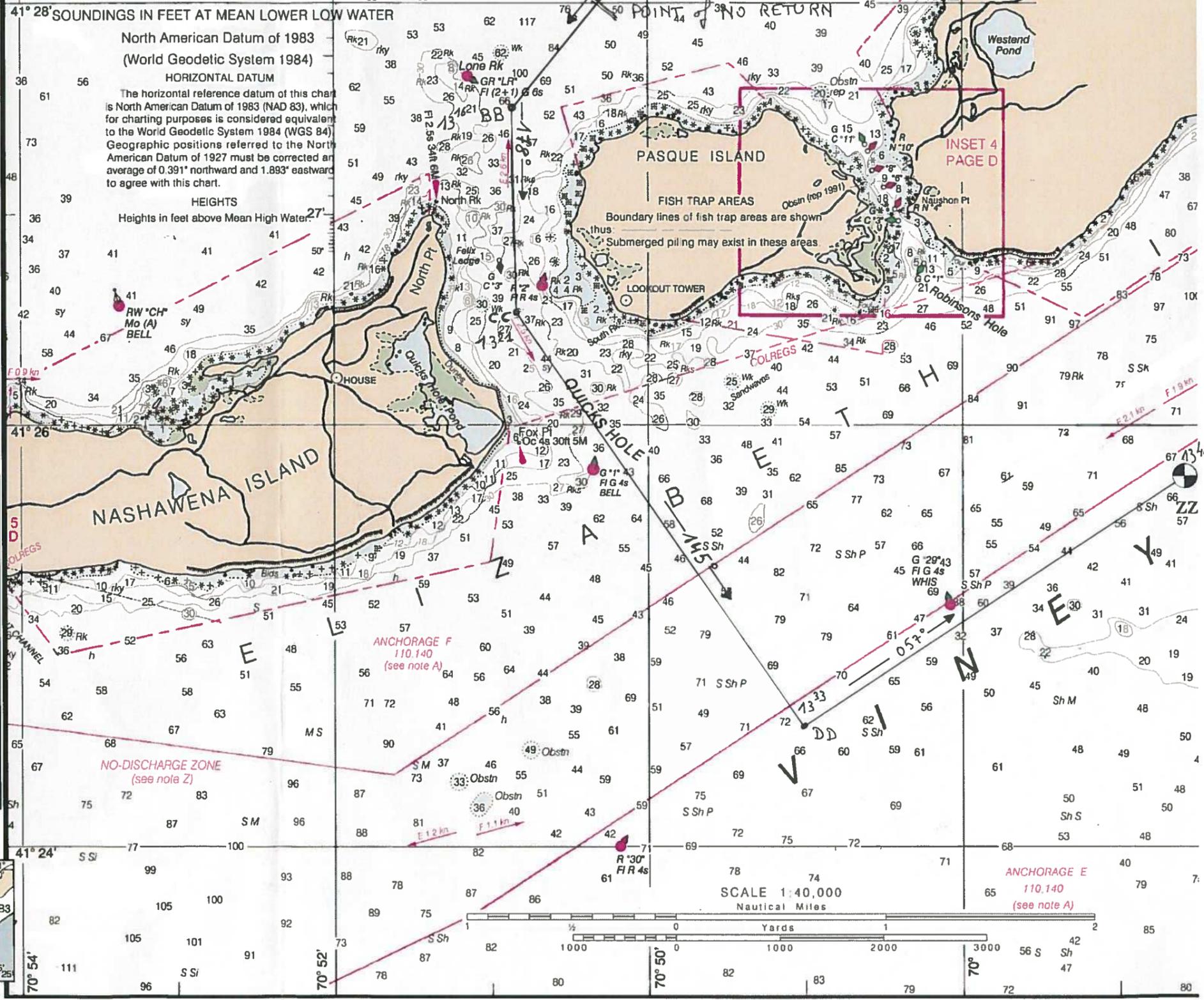
THE NATION'S CHARTMAKER SINCE 1807
NAUTICAL CHART 13229
BUZZARDS BAY
 MERCATOR PROJECTION AT SCALE 1:40,000

41° 28' SOUNDINGS IN FEET AT MEAN LOWER LOW WATER

North American Datum of 1983
 (World Geodetic System 1984)
 HORIZONTAL DATUM

The horizontal reference datum of this chart is North American Datum of 1983 (NAD 83), which for charting purposes is considered equivalent to the World Geodetic System 1984 (WGS 84). Geographic positions referred to the North American Datum of 1927 must be corrected an average of 0.391" northward and 1.893" eastward to agree with this chart.

HEIGHTS
 Heights in feet above Mean High Water.



ANCHORAGE F
 110,140
 (see note A)

ANCHORAGE E
 110,140
 (see note A)

SCALE 1:40,000
 Nautical Miles

INSET 4
 PAGE D