

Calcul de marée : détermination de l'heure pour une hauteur donnée en marée descendante pour un port principal.

## ***Enoncé du problème***

Le 2 juin 2001, dans l'après midi, nous désirons naviguer dans la Rance , mais il faut passer l'écluse qui ne fonctionne plus si la hauteur de la marée est inférieure à 4 mètres. Jusqu'à quelle heure pourrons nous passer ? A quelle heure la hauteur de la mer sera de 4 mètres ?

## ***Présentation et résumé.***

Cette page est consacrée à un calcul de marée : détermination de la hauteur à une heure donnée en marée montante pour un port principal. aux calculs.

Pour la préparation à l'examen du permis hauturier, seule la méthode N°1 est intéressante. Après son obtention, vous pourrez étudier et utiliser les autres méthodes.

Nous étudierons différentes manières pour trouver le résultat : l'heure à laquelle la hauteur de la marée aura une valeur donnée. Elles sont nombreuses et nous débordons le cadre de la préparation à l'examen du permis hauturier avec les graphiques.

## ***Les différentes méthodes***

**1** . Calcul selon la règle des douzièmes avec utilisation d' un tableau et pas d'arrondis pour les minutes. Méthode utilisée pour l'examen du permis. Si les calculs de la valeur du douzième et de l'heure marée donnent des chiffres entiers, les résultats sont exactes : **22 h 31**

**2** . Calcul selon la règle des douzièmes à partir de la PM (chiffres non arrondis) : **22 h 34'77,77/100**

**3** . Calcul selon la règle des douzièmes à partir de la BM (chiffres non arrondis) : **22 h 34' 47,85/100**

Remarque : les graphiques Le bon navigateur préfère un résultat peut être plus approximatif mais obtenu sans peine et valide en évitant des erreurs. Le graphique lui permet de suivre et connaître l'évolution pendant la marée. Les valeurs de la marée varient selon les pressions atmosphériques et la force et la direction du vent. Le pied de pilote est de 50 cm et il correspond à un petit douzième

**4.** Calcul avec le graphique de l'annuaire des marées du SHOM : **22h30'**

**5.** Calcul avec le graphique de Mr Menzi MZI Naval Design. **22h27"**

**6.** Utilisation d'une iphone ou autre et de l'application Navionics Marine Europe West. **22h 57'**

**7.** Utilisation du site du Shom

### ***1. Calcul avec la règle des douzièmes (à utiliser pour l'examen )***

Nous allons utiliser l'annuaire des marées du Shom, ports de France tome 1 parution annuelle.

Pour notre calcul, saint Malo fait partie des 22 ports principaux.

Tables des ports principaux pour Saint Malo page 75

Rappelons que les heures figurant dans ces tableaux sont les heures d'hiver. En période d'heure d'été, nous rajoutons une heure pour tenir compte de cette différence.

Pour ce jour, les marées sont :

Heures TU+1	PM	16 h 27	10,55 m
	BM	23 h 11	2,80 m

Annuaire du Shom 2001

**JUIN 2001**

	Heures h min	Haut. m		Heures h min	Haut. m
<b>1</b>	2 43	9,9 <sub>s</sub>	<b>16</b>	2 09	9,0
	9 39	3,2 <sub>s</sub>		8 56	4,2
	V 15 27	10,0 <sub>s</sub>		S 14 45	9,1 <sub>s</sub>
	22 07	3,3		21 32	4,3
<b>2</b>	3 51	10,3 <sub>s</sub>	<b>17</b>	3 17	9,4
	10 46	2,8 <sub>s</sub>		10 03	3,8
	S 16 27	10,5 <sub>s</sub>		D 15 48	9,7
	23 11	2,8		22 35	3,7

Nous sommes au mois de juin et les heures courantes sont les heures d'été : TU + 2

Correction pour les heures TU+2

Heures TU+2	PM	17 h 27	10,55 m
	BM	24 h 11	2,80 m

Calcul de l'heure marée

00 h 11
-17 h 27
----- :

Attention, la soustraction n'est pas possible. Il faut transformer 00 h 11 en 23 h 71 car dans une heure, il y a 60 minutes.

23 h 71
-17 h 27
----- :
6 h 44

Nous transformons 6 h 44' en minutes  $\rightarrow 6h = 6 \times 60' = 360' + 44' = 404'$

**L'heure marée est égale à  $404 / 6 = 67,333$  )**

Calcul du douzième du marnage (différence entre la hauteur de la PM et de la BM ou le contraire).

10,55 m
-2.80 m
'-----
7.75 m

**Le douzième est égal à  $7,75/12 = 0,65$  m ( 0,645 )**

### Construction d'un tableau

	Affichage des heures marées	douzièmes	Variation des hauteurs / HM
PM	17 h 27		10,55 m
1e heure marée	+ 67' 18 h 34	1/12	-0,65 m 9,9 m
2e heure marée	+ 67' 19 h 41	2/12	-1,3 m 8,6 m
3e heure marée	+ 67' 20 h 48	3/12	-1,95 m 6,65 m
4e heure marée	+ 67' 21 h 55	3/12	-1,95 m 4,7 m
5e heure marée	+ 67' 23 h 02	2/12	-1,3 m 3,4 m
6e heure marée	+ 67' 24 h 09	1/12	-0,65 m 2,75 m
BM	00 h 09		2,75 m

Attention les heures et les hauteurs ne sont pas identiques, c'est logique. Les arrondis ont provoqués des différences dans les résultats. Les différences n'ont aucune importance en navigation (2 mn et 5 cm)

### Raisonnement :

Nous cherchons l'heure de la marée pendant laquelle la hauteur sera de 4 m. Elle se situe entre 21 h 55 et 23 h 02, avec 4,70 m et 3,40 m. d'eau, pendant la cinquième heure marée. Donc il faut qu'elle descende de 0,70 m à partir de 21 h 55. Pendant cette heure marée, elle varie de 1,30 m en 67 mn. Pendant la cinquième heure marée, c'est-à-dire 67 minutes, la mer baisse de 1,30 m. Combien de minutes mettra t elle pour baisser de 0,70 m?

### Calcul ou règle de trois

	$67 \text{ mn} * 0,70\text{m}$	
	-----	= 36 mn
	1,30 m	

Donc

21 h 55	4,70 m
0 h 36 mn	- 0,70 m
-----	-----
22 h 31	= 4,00 m.

Résultat: Il faut arriver à l'écluse avant 22 h 31 pour qu'elle puisse fonctionner. Après cette heure, la hauteur de la marée est inférieure à 4 mètres. Pour l'examen du permis, les débutants devront s'en tenir à ce calcul, les entiers arrondis au plus proche

## 2. Calcul avec la règle des douzièmes à partir de la PM.

Calcul sans arrondis

La PM est à 17 h 27 avec une hauteur de 10,55 m. A quelle heure la hauteur sera de 4 m.

10,55 m
-4,00 m
-----
6,55 m

A partir de 17 h 27 la marée descend selon une sinusoïde et la variation s'établit selon le tableau des douzièmes.

1e heure marée =	1 douzième
2e heure marée =	2 douzièmes
3e heure marée =	3 douzièmes
4e heure marée =	3 douzièmes
5e heure marée =	2 douzièmes
5e heure marée =	1 douzième

Sachant que nous calculons les variations de hauteur en douzièmes, nous allons transformer les 6,55 m en douzièmes en divisant 6,55 m par 0,645833333m (valeur d'un douzième) :

$6,55 \text{ m} / 0,645833333 \text{ m} = 10,1419355$  douzièmes. Nous connaissons la variation de la marée de la façon suivante :

1e heure marée =	1 douzième	1 dz
2e heure marée =	2 douzièmes	3 dz
3e heure marée =	3 douzièmes	6 dz
4e heure marée =	3 douzièmes	9 dz
5e heure marée =	2 douzièmes	11 dz

Donc la mer atteint les 4 m pendant la cinquième heure marée c'est à dire entre 9 dz et 11 dz. Au début de la 5<sup>e</sup> hm, la marée a baissé de 9 dz, donc il reste :  $10,1419355 \text{ dz} - 9 \text{ dz} = 1,1419355 \text{ dz}$ . La 5e heure marée dure 67,333333 mn et la mer baisse de 2 dz. Combien de minutes faudra t il à la mer pour baisser de 1,1419355 dz.

$67,333333' * 1,1419355 \text{ dz}$	
-----	= 38,4451612 '
2 dz	

Donc la mer atteint les 4 m pendant la cinquième heure marée c'est à dire :

4 heures marée  $67,333333' * 4 = 269,33333333'$

269,33333333'
+ 38,4451612 '

-----
= 307,7777849 '

307,7777849' ou 5 h 07,7777' (5h= 300')

PM	17 h 27'
	+05 h 07,77,77/100
	-----
	22 h 34,77,77/100

**Résultat** : Il faut arriver à l'écluse avant 22 h 34' 47" pour qu'elle puisse fonctionner. Après cette heure, la hauteur de la marée est inférieure à 4 mètres.

NB Nous effectuons les calculs en centièmes ou millièmes de minutes que nous transformons en secondes pour les résultats (base 60 : 1 minute = 60 secondes)

### 3. Calcul avec la règle des douzièmes à partir de la BM

Calcul sans arrondis

Ce calcul à partir de la BM n'est pas logique. Il se fait en remontant le temps.. La BM étant à 00h 11, à quelle heure la hauteur de la marée a-t-elle égale à 4 m ?

La BM est à 00 h 11 avec une hauteur de 2,80 m. A quelle heure la hauteur a été de 4 m.

4,00 m
2,80 m
-----
1,20 m

Avant 00 h11 la marée est montée selon une sinusoïde ( nous raisonnons au passé ) et la variation s'établit selon le tableau des douzièmes.

6e heure marée =	1 douzième
5e heure marée =	2 douzièmes
4e heure marée =	3 douzièmes
3e heure marée =	3 douzièmes
2e heure marée =	2 douzièmes
1e heure marée =	1 douzième

Sachant que nous calculons les variations de hauteur en douzièmes, nous allons transformer les 1,20 m en douzièmes en divisant 1,20 m par 0,6458333 m (valeur d'un douzième) :

$$1,20\text{m} / 0,64583333\text{m} = 1,858064516 \text{ douzièmes}$$

Nous connaissons la variation de la marée de la façon suivante :

6e heure marée =	1 douzième	1 douzième
5e heure marée =	2 douzièmes	2 douzièmes

La hauteur de la marée est de 4 m pendant la cinquième heure marée

Donc la mer atteint les 4 m pendant la cinquième heure marée. Pendant le sixième heure ;la marée a varié de 1 dz. il reste : = 1,858064516 douzièmes - 1 dz = = 0,858064516 douzièmes. La 5e heure marée dure 67,333333 mn et la mer baisse de 2 dz. Combien de minutes faudra t il à la mer pour varier de 0,858064516 dz pendant la cinquième heure marée.

67,333333' * 0,858064516 dz	
-----	= 28,88171896'
2 dz	

Donc la hauteur de la mer est de 4 m pendant la deuxième heure marée avant la BM c'est à dire :

67,333333'
+ 28,88171896'
-----
= 96,2215019'

= 96,2215019 ' est égal à 1 h 36,2215'

BM	23 h 70' 100(00 h 11)
	- 1 h 36' 22,15
	-----
	22 h 34' 47,85/100

**Résultat** : Il faut arriver à l'écluse avant 22 h 34' 47" pour qu'elle puisse fonctionner. Après cette heure, la hauteur de la marée est inférieure à 4 mètres.

NB Nous effectuons les calculs en centièmes ou millièmes de minutes que nous transformons en secondes pour les résultats (base 60 : 1 minute = 60 secondes)

### ***Tableau récapitulatif des calculs sans arrondis***

Quel intérêt pratique ? Réponse .aucun. Le webmaster s'est fait plaisir

Le tableau suivant a été construit sans arrondis d'où la complexité des calculs. Il a fallu transformé les heures en minutes pour ajouter des nombres avec 6 et 9 chiffres après la virgule. Par ex. 67,333333 minutes ou 0,645833333 mètres. Cette méthode donne des résultats correspondants à tous les calculs.

Nous allons reprendre tous les calculs en tenant compte des arrondis, c'est-à-dire

Le douzième  $7,75/12 =$

0,64583333 mètre

L'heure marée est égale à  $404 / 6 =$

67,333333 minutes

Nous allons transformer tous les temps en minutes

PM

exemple

17 h 27'

17\*60

1020

27

1047'

1 heure marée 1047'+67,33333'

=

1114,33333

18 h 34',333

18\*60

1080

34,33333

1114,33333'

calcul identique pour les autres heures marées Nous obtenons le tableau suivant pour les heures:

17 h 27

heures marée

heures

minutes

en minutes

arrondis

PM

1 heure marée

67,3333333

17

27

1047

1020

17 h 27

2 heure marée

67,3333333

18

34,33333

1114,33333

1080

18 h 34

3 heure marée

67,3333333

19

41,66667

1181,66667

1140

19 h 42

4 heure marée

67,3333333

20

49

1249

1200

20 h 49

5 heure marée

67,3333333

21

56,33333

1316,33333

1260

21 h 56

6 heure marée

67,3333333

23

3,66667

1383,66667

1380

23 h 04

BM

6 heure marée

67,3333333

24

11

1451

1440

24 h 11

Maintenant nous calculons les hauteurs

PM

10,55

10,55

1 heure marée

1 dz

1\*0,64583333

0,64583333

9,90416667

2 heure marée

2 dz

2\*0,64583333

1,29166666

8,61250001

3 heure marée

3 dz

3\*0,64583333

1,93749999

6,67500002

4 heure marée

3 dz

1\*0,64583333

1,93749999

4,73750003

5 heure marée

2 dz

2\*0,64583333

1,29166666

3,44583337

BM

6 heure marée

1 dz

1\*0,64583333

0,64583333

2,80000004

Nous obtenons le tableau final suivant:

17 h 27

heures marée

heures

minutes

en minutes

arrondis

hauteurs

variations

hauteurs

en mètres

PM

1 heure marée

67,3333333

17

27

1047

1020

17 h 27

10,55

10,55

2 heure marée

67,3333333

18

34,33333

1114,33333

1080

18 h 34

0,64583333

9,90416667

3 heure marée

67,3333333

19

41,66667

1181,66667

1140

19 h 42

1,29166666

8,61250001

4 heure marée

67,3333333

20

49

1249

1200

20 h 49

1,93749999

6,67500002

5 heure marée

67,3333333

21

56,33333

1316,33333

1260

21 h 56

1,93749999

4,73750003

6 heure marée

67,3333333

23

3,66667

1383,66667

1380

23 h 04

1,29166666

3,44583337

6 heure marée

67,3333333

24

11

1451

1440

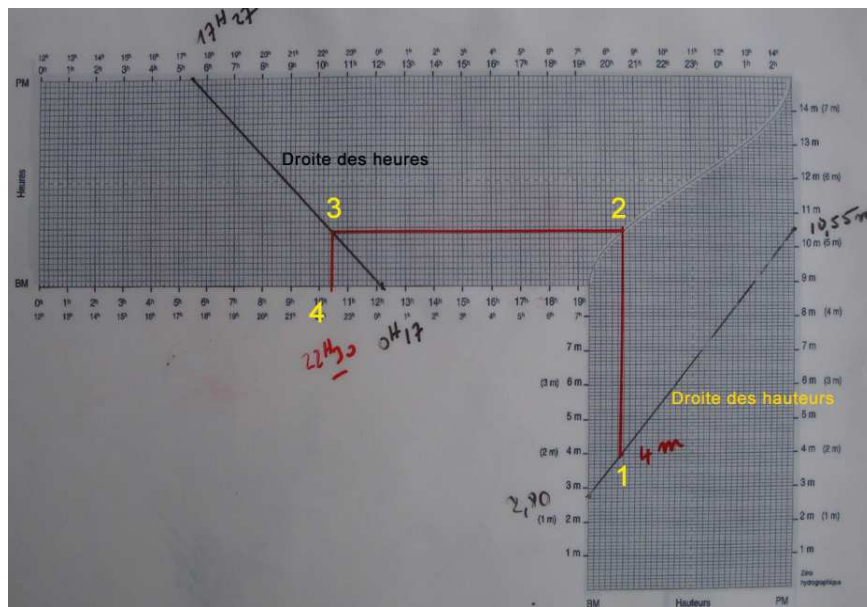
24 h 11

0,64583333

2,80000004



## 4. Calcul avec le graphique de l'annuaire des marées du SHOM



Le graphique  
L'original a été scanné, débarrassé du texte et a été plastifié pour qu'il soit réutilisable de nombreuses fois. Nous employons un crayon stabilo OHPen noir. Tous les traits sont effaçables à l'alcool ménager.

**1 temps :** tracez la droite qui relie les hauteurs de la PM et de la BM

Dans la partie grisée

verticale à droite, tracez les hauteurs 10,55 et 2,80, reliez ces deux points par une droite.

**2° temps :** tracez la droite qui relie les heures de la PM et de la BM.

Dans la partie grisée horizontale à gauche, tracez les heures 24h11 et 17h27; pour la PM, prenez la graduation haute supérieure et pour la BM, prenez la graduation basse inférieure. Reliez ces deux points par une droite.

Heures TU+2	PM	17 h 27	10,55 m
	BM	24 h 11	2,80 m

**3e temps** A quelle heure la hauteur de la mer sera de 4 mètres ?

1 Tracez une droite horizontale qui passe par la graduation 4m et qui coupe la droite des hauteurs au point N°1.

2 A partir du point N°1, tracez une droite verticale qui coupe la sinusoïde séparant les deux zones grisées au point N°2.

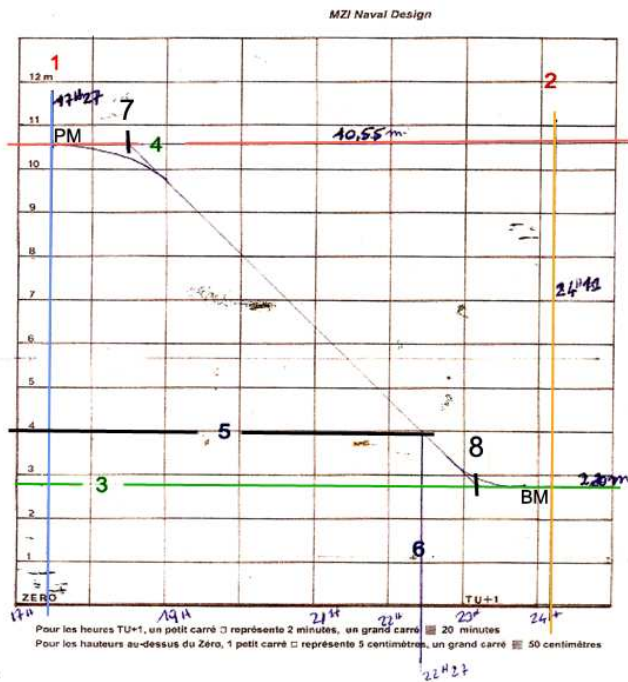
3 A partir du point N°23, tracez une droite horizontale qui coupe la droite des heures au point N°3.

4 A partir du point N°3, tracez une droite verticale qui coupe l'échelle des heures à 22h30'(point N°4).

Il faut quelques minutes pour faire la construction. L'exactitude dépend de la finesse du crayon. La cohérence de votre construction est vérifiable visuellement. Il est facile de faire d'autres calculs avec la construction que l'on efface à la fin de la journée avec un chiffon et de l'alcool à brûler.

Le graphique est utilisé à bord et la différence des 4 minutes a peu d'importance

## 5. Calcul avec le graphique de Mr Menzi MZI Naval Design



Vous tracez deux droites verticales qui passent par les heures de la PM (ligne bleue et chiffre 1 rouge) et de la BM (ligne jaune et chiffre 2 rouge). Vous tracez deux droites horizontales qui passent par les hauteurs de la BM (ligne verte et chiffre 3 vert) et de la PM (ligne rouge et chiffre 4 vert). A la hauteur de l'intersection des lignes 1 et 4, vous portez en avant un point (point N°7) à une distance égale à une heure de l'échelle du diagramme et de même en arrière de l'intersection des lignes 2 et 3 (point N°8). Vous reliez les deux points par une droite. Vous raccordez la droite aux points de la basse mer et de la pleine mer par une courbe tracée à main levée.

La ligne (N°5) passant par les 4 mètres coupe la droite tracée précédemment en un point à partir duquel vous tracez une ligne verticale (N°6). Elle coupe l'échelle des heures à 22h27'.

Il faut quelques minutes pour faire la construction. L'exactitude dépend de la finesse du crayon. La cohérence de votre construction est vérifiable visuellement. Il est facile de faire d'autres calculs avec la construction. La différence a augmenté 7 minutes.

Heures TU+2	PM	17 h 27	10,55 m
	BM	24 h 11	2,80 m

## ***6. Utilisation d'un iPhone et de l'application Navionics Marine Europe West***



Avant de partir de Chausey, vous ouvrez l'application Navionics Marine avec la carte Europe West. Vous touchez l'icône « GPS » à gauche . vous laissez l'application vous localiser. Vous touchez l'icône « chercher ». Vous choisissez la fonction marées et le port de Saint Malo Vous obtenez l'affichage suivant . heure 22h57'. Vous visualisez l'évolution de la marée et les PM et BM. Résultat très approximatif obtenu dans la cabine en 1 minute

## **7. Utilisation du site du Shom**

Une rubrique du site du Shom nous permet de connaître les prédictions des marées pour de nombreux ports Français et étrangers.

<http://www.shom.fr/>

Je cite le Shom :

« Cette application permet de calculer la marée dans les principaux ports du monde et pour tous les ports, principaux et secondaires, de France métropolitaine.

Ces prédictions sont calculées avec une précision de quelques centimètres pour les hauteurs et quelques minutes pour les heures ; la hauteur d'eau réelle peut toutefois s'écarter notablement de la prédiction (jusqu'à plusieurs dizaines de centimètres) en raison notamment des variations du niveau de la mer dues aux perturbations atmosphériques.

La référence de hauteur utilisée pour les prédictions de marée est le zéro des cartes qui, en général, correspond approximativement au niveau des plus basses mers (Lowest Astronomical Tide pour les Anglais).

Les calculs sont faits à l'aide de la méthode harmonique ; les ports dont la prédiction nécessite une méthode particulière ne sont pas accessibles sur ce site (Bordeaux par exemple)

Aide .

Vous cochez « listes Alphabétiques(plus rapide) »

Vous cliquez sur « Accès aux prédictions ».

Vous cliquez sur la zone 1.1 (la France).

Dans la liste déroulante, vous choisissez votre port et une option

Trois sont intéressantes

« Annuaire des marées(hauteur d'eau) »

« Annuaire des marées(coefficients) »

« La hauteur d'eau heure par heure ».(fort utile pour un port secondaire comme Chausey)

Comme le site ne donne des prédictions que pour 7 jours, vous imprimez ces renseignements la veille du départ. Ensuite par wifi dans un port, vous aurez les jours suivants.