

1. Qu'est-ce qu'une marée ?

La marée est le **mouvement régulier et prévisible de montée (flot) et de descente (jusant)** du niveau de la mer, provoqué principalement par l'attraction de la **Lune**, secondairement du **Soleil**, et par la **rotation de la Terre**.

La plupart des côtes françaises connaissent :

- **deux pleines mers** et **deux basses mers** par jour (régime semi-diurne).

L'amplitude varie selon les lieux :

- **Mont-Saint-Michel** : jusqu'à **14-15 m**, l'une des plus fortes amplitudes au monde.

- **Méditerranée** : **marées très faibles (quelques cm)** en raison de la forme fermée du bassin.

BIMER D3 Les marées 1/4

2. Pourquoi les marées changent-elles ? (vives-eaux / mortes-eaux)

Les forces gravitationnelles s'additionnent ou se compensent.

- **Vives-eaux** : fortes marées, lors de la **Nouvelle Lune** et de la **Pleine Lune** (alignement Lune-Terre-Soleil).

- **Mortes-eaux** : marées plus faibles, lors du premier et du dernier quartier (forces en partie opposées).

3. Vocabulaire à connaître

- **Flot** : marée montante.
- **Jusant** : marée descendante.
- **Marnage** : différence entre haute mer et basse mer.
- **Sonde** : profondeur indiquée sur une carte marine.
- **Zéro hydrographique** : référence des sondes.
- **Coefficient de marée** : grandeur (20 à 120) indiquant l'importance de la marée.

4. La syzygie

La **syzygie** est l'**alignement Soleil-Terre-Lune** lors de la **Nouvelle Lune** ou de la **Pleine Lune**. Cet alignement renforce l'attraction



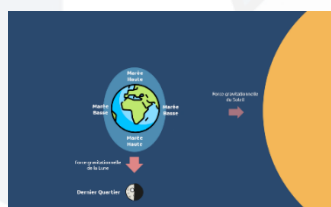
5. La quadrature

La **quadrature** est la configuration astronomique où la **Lune et le Soleil forment un angle d'environ 90°** vus depuis la Terre.

Ce sont les phases de **Premier Quartier** et **Dernier Quartier**.

Conséquences marées

En quadrature, les forces de marée du Soleil et de la Lune **ne s'additionnent pas**, ce qui produit les **mortes-eaux** (marnage faible).



6. La règle des douzièmes (règle de sécurité pour estimer la hauteur d'eau)

C'est une **approximation** utile lorsque la marée est **semi-diurne** (cas majoritaire sur la côte Atlantique).

Concept décrit dans les ouvrages de prudence nautique et enseigné par le SHOM.

Entre une **basse mer (BM)** et une **pleine mer (PM)**, la marée ne monte pas de façon régulière :

la courbe est proche d'une sinusoïde.

La règle des douzièmes permet d'estimer, pour chaque heure, la hauteur d'eau gagnée ou perdue.

Variation approximative en 6 heures :

- 1^{re} heure : **1/12** de l'amplitude
- 2^e heure : **2/12**
- 3^e heure : **3/12**
- 4^e heure : **3/12**
- 5^e heure : **2/12**
- 6^e heure : **1/12**

Total : 12/12 = amplitude complète.

Exemple

Amplitude entre BM et PM : **6 m**.

Montée entre BM et +3h :

- $1/12 = 0,50$ m
- $2/12 = 1$ m
- $3/12 = 1,50$ m

Hauteur ajoutée = **3 m** environ.

BIMER D3 Les marées 2/4



8. Le marnage

Le **marnage** est la **différence de hauteur** entre la **pleine mer** (niveau maximal de la marée) et la **basse mer** (niveau minimal).

C'est donc l'**amplitude verticale** du phénomène de marée. Le marnage varie selon les lieux, la topographie des côtes et les conditions astronomiques.

En France, les contrastes sont très nets : il dépasse souvent **14 à 15 mètres** dans la baie du Mont-Saint-Michel, ce qui en fait l'un des marnages les plus élevés du monde ; à l'inverse, la Méditerranée présente un marnage très faible, souvent inférieur à **20 centimètres**.

Le marnage dépend aussi du cycle lunaire : il est **plus fort en vives-eaux** (alignement Soleil-Terre-Lune, nouvelle lune et pleine lune) et **plus faible en mortes-eaux** (premier et dernier quartier).

Ces variations influencent directement la navigation, la hauteur d'eau disponible et la force des courants.

7. Règle des douzièmes en %

Heure après BM	Fraction de l'amplitude	Hauteur gagnée (en % de l'amplitude)
1 ^{re} heure	1/12	≈ 8,3 %
2 ^e heure	2/12	≈ 16,7 %
3 ^e heure	3/12	≈ 25 %
4 ^e heure	3/12	≈ 25 %
5 ^e heure	2/12	≈ 16,7 %
6 ^e heure	1/12	≈ 8,3 %

Total = 12/12 = 100 % de l'amplitude.



10. Vocabulaire anglais

Tidal range : différence de hauteur entre la **pleine mer** et la **basse mer (marnage)**

Tide : Marée

Low : Basse mer

High : Pleine mer

LE BIMER



11. Le zéro hydrographique (zéro des cartes, dit "zéro des sondes")

Le **zéro hydrographique (ZH)** est la référence utilisée sur les cartes marines pour indiquer les **profondeurs (sondes)**.

Deux points essentiels :

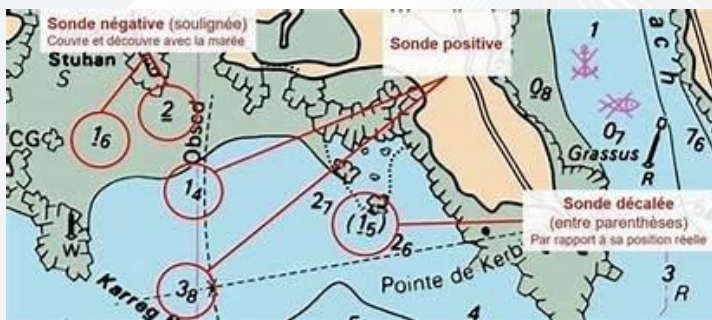
1. Le ZH correspond à une **cote très basse**, choisie pour que **la mer ne descende presque jamais en dessous** (sécurité).
2. Les **profondeurs indiquées sur les cartes** représentent donc la **hauteur d'eau minimale** à la marée basse, à laquelle il faut **ajouter la hauteur de marée** du moment.

Exemple

Carte : sonde = 3 m

Hauteur de marée à ce moment : +2,50 m

→ Hauteur réelle sous la quille = **5,5 m** (hors effet de houle ou de pression atmosphérique).



12. Le coefficient de marée

Le **coefficient de marée** est un indice **sans unité**, compris entre **20 et 120**, utilisé uniquement sur les côtes françaises de **Manche et d'Atlantique**. Il indique l'**importance du marnage**, c'est-à-dire la différence entre la pleine mer et la basse mer.

- **20-45 : mortes-eaux** → forces lunaires et solaires partiellement opposées (premier et dernier quartier).
- **45-95 : marées moyennes** → situation la plus courante.
- **95-120 : vives-eaux** → syzygies (Nouvelle Lune / Pleine Lune), parfois renforcées par un **périgée** (Lune plus proche de la Terre).

Les coefficients supérieurs à **110** sont qualifiés de **vives-eaux exceptionnelles**.

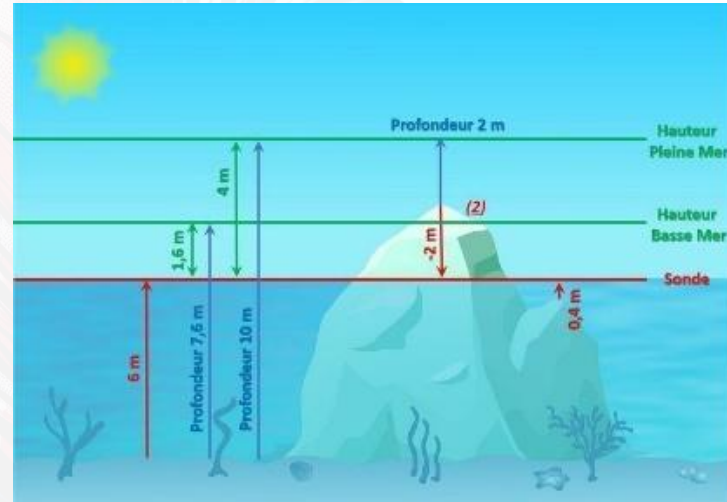
Rappel scientifique :

Hauteur d'eau réelle = sonde + hauteur de marée.

Pour naviguer sans risque :

Hauteur réelle ≥ tirant d'eau + marge de sécurité (0,3 à 0,5 m pour un petit bateau).

BIMER D3
Les marées
3/4



13. Limites du coefficient

Le coefficient :

- n'existe que **pour la France** (il n'est pas utilisé internationalement),
- ne renseigne **pas sur l'heure** des marées,
- n'indique **pas la profondeur exacte**,
- ne prend **pas en compte la météo** (dépressions et vents peuvent ajouter ou retrancher plusieurs dizaines de centimètres).

14. Intérêt en navigation

Pour un navigateur ou un élève BIMER, le coefficient permet d'anticiper :

- la **force des courants**,
- l'**accessibilité** d'un port ou d'un estran,
- le **risque d'échouage**,
- les périodes où la mer découvre des zones normalement immergées.

Tableau des marées pour la France, montrant les heures de pleine mer, basse mer, et vives-eaux exceptionnelles.

LE BIMER

EXERCICE 1 - Appliquer la règle des douzièmes (montée)

Amplitude marée BM → PM : 6,0 m.

On se trouve 3 heures après la basse mer.

1. Calcule la montée cumulée après 3 heures.
2. Donne la hauteur d'eau totale si la sonde est 2,5 m.
3. Un bateau a un tirant d'eau de 2,0 m. Peut-il passer ?

BIMER D3 Les marées 4/4



EXERCICE 5 - Lecture graphique (sinusoïde simplifiée)

La courbe te donne une PM à +5,2 m et une BM à +0,4 m.

Tu observes qu'un point de la courbe est situé à +3,0 m.

1. Calcule l'amplitude.
2. Détermine approximativement (sans calcul exact) si la marée est :
 - en début de flot,
 - en milieu de flot,
 - ou en fin de flot.
3. Explique pourquoi la courbe n'est pas linéaire.

Corrigés

Corrigé exercice 1

Amplitude totale = 6 m.

Règle des douzièmes :

• H1 = 1/12 → 0,50 m

• H2 = 2/12 → 1,00 m

• H3 = 3/12 → 1,50 m

Montée cumulée = **3,0 m**

Hauteur d'eau = sonde 2,5 m + 3,0 m = **5,5 m**

Tirant 2,0 m → marge très large → **oui, il passe.**

Corrigé exercice 2

Amplitude = 4,8 m.

Marée descendante : heures 1 à 6 → 1-2-3-3-2-1.

Déjà écoulées (5 h après PM) :

• 1/12 + 2/12 + 3/12 + 3/12 + 2/12 = 11/12

Baisse = 11/12 × 4,8 = 4,4 m

Reste avant la BM :

4,8 - 4,4 = 0,4 m

Hauteur d'eau = sonde **3,4 m + marée** du moment (PM - 4,4 m)

PM - 4,4 = hauteur de PM inconnue → on ne peut pas donner la valeur absolue

Réponse attendue : variation correcte.

(Si PM = X, hauteur actuelle = X - 4,4 m + 3,4 m)

Corrigé exercice 5

Amplitude = 5,2 - 0,4 = 4,8 m.

Point à 3,0 m → environ milieu de la montée.

Donc : milieu de flot (montée la plus rapide).

La courbe n'est pas linéaire car la marée suit une dynamique gravitationnelle proche d'une sinusoïde passe.

Corrigé exercice 4

Amplitude 5,4 m → douzièmes :

1/12 = 0,45 m.

4 h après la BM :

• H1 = 0,45

• H2 = 0,9

• H3 = 1,35

• H4 = 1,35

→ Montée cumulée = 4,05 m

Hauteur au-dessus du seuil :

4,05 m - 0,6 m (hauteur du seuil) = 3,45 m

EXERCICE 2 - Descente de la marée

Amplitude : 4,8 m.

On est 5 heures après la pleine mer (marée descendante).

1. Quelle partie de l'amplitude a déjà été perdue ?
2. Combien reste-t-il avant la basse mer ?
3. Hauteur d'eau à ce moment si la sonde est 3,4 m.

EXERCICE 3 - Zéro hydrographique

Sonde indiquée sur la carte : **1,8 m.**

Hauteur de marée prévue : **+1,1 m.**

1. Calcule la hauteur d'eau réelle.
2. Un voilier (tirant d'eau 2,5 m) peut-il passer ? Justifie.

EXERCICE 3 - Zéro hydrographique

EXERCICE 4 - Passage d'un seuil portuaire

Le seuil d'un port sèche à +0,6 m au-dessus du ZH.

Amplitude marée BM → PM : 5,4 m.

On souhaite entrer 2 heures avant la pleine mer.

1. Calcule la hauteur de marée 4 h après la BM (car 2 h avant la PM).
2. Calcule la hauteur d'eau au-dessus du seuil.
3. Un bateau tirant 1,4 m peut-il entrer avec une sécurité de 0,4 m ?

EXERCICE 6 - Problème complet (navigation)

Tu navigues avec un bateau tirant 1,6 m.

Tu veux franchir une zone où la sonde est 1,2 m.

Amplitude : 6,0 m.

Heure actuelle : 1 heure après la BM.

1. Quelle est la hauteur d'eau ?
2. Que se passe-t-il si tu attends encore une heure ?
3. Donne une consigne de sécurité claire.

Corrigé exercice 6

Amplitude 6 m → 1/12 = 0,50 m.

1 h après BM → montée = 0,50 m.

Hauteur réelle = sonde 1,2 m + 0,5 m = 1,7 m.

Tirant 1,6 m → marge de seulement 0,1 m → dangereux.

Si tu attends encore une heure :

+2/12 = 1,00 m → hauteur totale = 1,2 + 1,0 = 2,2 m → marge 0,6 m → OK.

Consigne : attendre la deuxième heure du flot pour franchir.

Corrigé exercice 3

Sonde = 1,8 m

Marée = +1,1 m

→ Hauteur d'eau = 2,9 m

Tirant 2,5 m → marge 0,4 m → oui, il passe, mais limite.

LE BIMER

