

Volvelle « cadran des marées »

Instruction nouvelle...touchant l'art de naviguer, Michel Coignet, 1581

Résumé : Cet instrument sert à déterminer les heures des marées, connaissant l'heure de la marée haute le jour de la pleine lune ou nouvelle lune et aussi à trouver l'âge de la lune ¹

1) Introduction

Maîtriser les heures de marée quand on approche des côtes ou que l'on navigue sur certaines mers comme la Manche est cruciale pour un pilote. Tout ouvrage sur la navigation doit présenter des moyens simples ou des tables pour permettre de trouver les heures des marées rapidement et sans calcul.

Dans le document [Volvelle « cadran des marées »](#) de Jacques Devaulx, sont présentés les ouvrages de deux grands navigateurs Pierre Garcie dit Ferrande et Guillaume Brouscon qui donnent aux marins par écrit différents moyens (tables et cartes) pour connaître les heures de marées.

Michel Coignet, dans son ouvrage, auteur à la recherche de nouveaux moyens ou d'améliorations présentent plusieurs volvelles, aidant à la construction d'instrument mais aussi à la compréhension de phénomènes dont une sur l'heure de la marée.

Dans le chapitre XIX, il explique l'importance du mouvement de la Lune : « *la Lune cause ordinairement toujours en un certain rumb pleine mer : comme par exemple à Anvers est toujours pleine marée, quand la Lune est est ou ouest et au contraire basse marée, quand elle est sud ou nord. Or quand la Lune est nouvelle, elle est près du Soleil [...], quand elle est pleine, elle est à l'opposé du Soleil. c'est pourquoi l'est et ouest donne toujours 6 heures quand la Lune est nouvelle ou pleine [...] elle retarde chaque jour par l'âge de la Lune.* »

On dit que la situation du port à Anvers est est ou 6 heures.

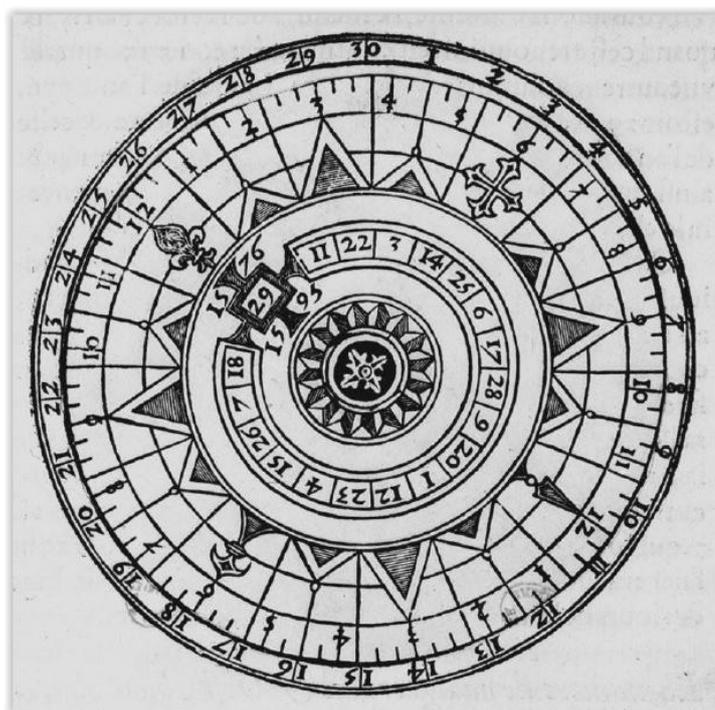


Fig. 1. Volvelle « cadran des marées »

[Instruction nouvelle, Michel Coignet, 1581](#)

Michel Coignet donne la situation du port de multiples sites sur deux pages. Puis pour éviter de calculer à partir de l'âge de la Lune, de combien la Lune a « retardé », il propose un *petit instrument*, appelé ici volvelle « cadran des marées », à mettre sur le dos de *l'instrument de l'étoile du nord*, appelé nocturlabe.

¹ Nombre de jours qui sépare un jour donné du jour de la nouvelle lune- Voir [Âge de la Lune](#)

2) Description

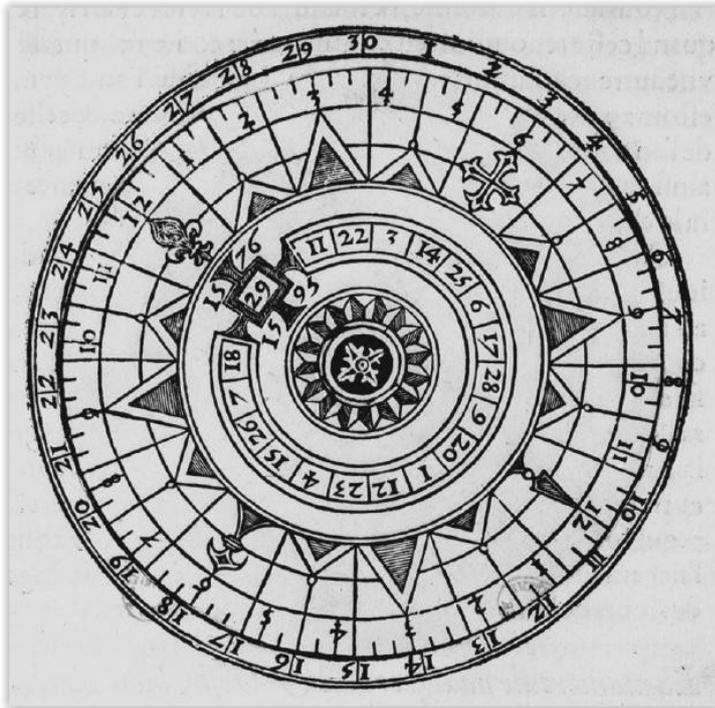


Fig. 2. Volvelle « cadran des marées »
[Instruction nouvelle, Michel Coignet, 1581](#)

La volvelle « cadran des marées » de Michel Coignet comporte deux pièces :

- Un disque fixe gradué en jour de lune de 1 à 30 dans le sens indirect.
- Un disque mobile² sur lequel est dessinée une rose des vents graduée en aire de vent et en heure, de quart d'heure en quart d'heure pour permettre une correspondance entre les deux unités (1 rumb = 3/4 d'heure). La fleur de lys indique le nord et la croix de Malte l'est. Coignet ajoute au centre l'épacte, qui se calcule³ à partir du nombre d'or qui n'est pas inscrit mais, pour le connaître, il suffit de compter de 1 à 19 dans le sens indirect, sachant que le nombre d'or 1 correspond à l'épacte 11.

Voilà la description et l'utilisation de cette volvelle par l'auteur lui-même, Michel Coignet : «[...]Aucuns pour éviter le travail d'ainsi comter, ont tables particulières, mais le moyen le plus facil, est par un petit instrument qu'avons à ce ordonné en ceste maniere [...] : Tirés un cercle [...], divisés le en 30 jours, pour l'âge de la Lune, mettant 30 dessus & les autres nombres ensuivans vers la main droicte .Cela faict, fabriqués un rond repart, & en 32 rumb, ordonnant Nort & Sud sur les douze heures : Est & Oest sur les 6 heures, & les autres à l'advenat, & ainsi aurez votre instrument parfait. » p. 88

Si on place cet instrument au dos du nocturlabe, un rivet creux est nécessaire pour le bon fonctionnement du nocturlabe sinon il suffit d'une attache ordinaire.

3) Utilisation par Michel Coignet

Connaissant la situation du port et l'âge de la Lune ce jour; il faut régler, en tournant le disque mobile, l'heure ou le rumb de la situation du port sur le "30" de la couronne fixe des jours. Puis l'âge de la Lune indiquera sur le disque mobile l'heure de la marée haute ce jour en ce lieu, comme l'écrit Coignet : « *Premièrement vous devez savoir le rumb de la Lune, qui à un tel lieu donne pleine mer, & l'âge de la Lune, de ce jour là, par quelque almanach, ou autre invention, décrit par Pierre de Medine, ou autrement, ou comme ci- dessous⁴ sera enseigné. Ayant ces deux choses, tournez le rond des heures & 32 rumb, tant que votre rumb réponde iustement aux 30 jours de l'instrument, où vous l'arrêtez fermement, & cherchez au bord de l'instrument le jour de*

² Voir [Autres volvelles indiquant nombre d'or et épacte](#), §2.

³ Voir §4 Pour comprendre

⁴ Voir §4 Pour comprendre

l'âge de la Lune, lequel vous montrera au rondeau des heures, iustement l'heure de ce iour là, qu'en tel lieu sera pleine mer. » p.88

Avant de proposer son instrument, Michel Coignet rappelle comment faire le calcul pour retrouver l'heure de la marée haute, quelque soit le jour :

« La Lune retarde en 30 jours de 24 heures, qui fait par jour 4/5 d'heure et d'autant elle se sépare chaque jour du Soleil. C'est pourquoi vous devez savoir le quantième jour vous avez de la nouvelle lune précédente, lequel nous appelons communément l'âge de la Lune. Vous prenez pour chaque jour, comme dessus est dit 4/5 d'heure ce qu'il convient d'ajouter aux heures qu'il était pleine mer, la Lune étant nouvelle ou pleine. Vous aurez chaque jour l'heure de la pleine mer. » p. 87

Exemple

La situation du port du lieu est 3h 43min⁵. Donner à l'aide de la volvelle l'heure de la marée haute quand la Lune a 1 jour, 2 jours, 3 jours, 9 jours. Retrouvez ces heures par calcul.

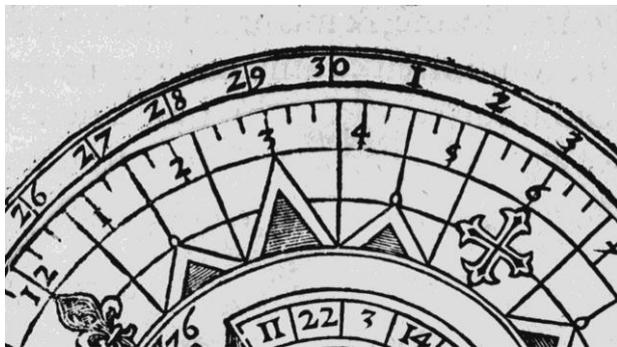


Fig. 3. Zoom de la figure 2

Solution :

On tourne le disque pour que NE¹/₄E ou 3h 45min soit en face de "30".

Puis on lit sur la couronne de l'âge de la Lune :

- 1 qui donne pour heure 4h 33min
- 2 qui donne 5h 15 min
- 3 qui donne 6h 01 min
- 9 qui donne 10h 45min

Par le calcul :

4/5 d'heure = 48 minutes

-âge de la Lune : 1

$3h\ 43 + 1 \times 4/5 = 4h\ 31min$

-âge de la Lune : 2

$3h\ 43 + 2 \times 4/5 = 5h\ 19min$

-âge de la Lune : 3

$3h\ 43 + 3 \times 4/5 = 6h\ 7min$

-âge de la Lune : 9

$3h\ 43 + 9 \times 4/5 = 10h\ 55min$

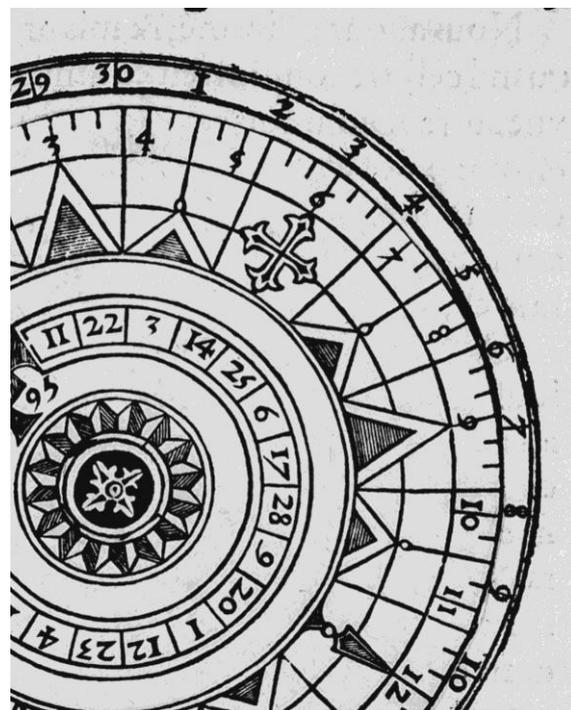


Fig. 4. Zoom de la figure 2

⁵ L'heure correspond à une mesure en rumb approchée, NE¹/₄E (ou SO¹/₄O). La seule photo sur gallica ne permet pas d'avoir un cas plus simple.

4) Pour comprendre

4-a) sur le nombre d'or et l'épacte d'une année⁶

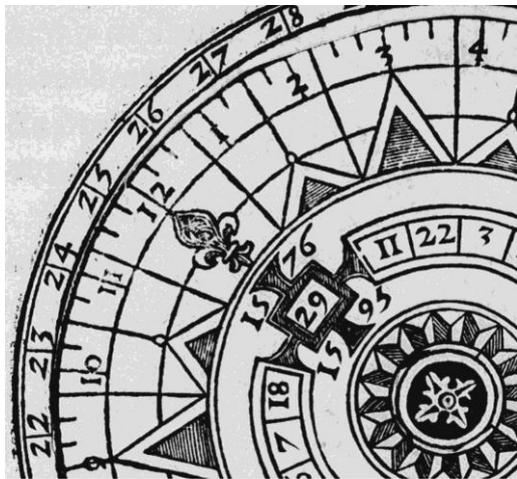


Fig. 5. Zoom de la figure 2

Sur la volvelle de Michel Coignet, la couronne centrale de 19 cases correspond aux 19 valeurs de la *clef de la Lune dite Epacte ou Concurrente* pendant le cycle lunaire de 19 ans, de 1576 à 1595, années mises en valeur en dessus et en dessous de la croix entourant la clef 29. Le nombre d'or 1 et l'épacte 11 correspondant à l'année 1577 et le nombre d'or 19 et l'épacte 29 correspondent aux années 1576 ou 1595. Comme l'épacte est l'âge de la Lune le 31 décembre de l'année précédente, l'épacte augmente de 11 chaque année (modulo 30).

Le tableau suivant montre le lien entre l'année, le nombre d'or et l'épacte. C'est ainsi qu'on obtient le tableau suivant :

| | | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Année | 1577 | 1578 | 1579 | 1580 | 1581 | 1582 | 1583 | 1584 | 1585 | 1586 |
| Nbre d'or | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Clef | 11 | 22 | 3 | 14 | 25 | 6 | 17 | 28 | 9 | 20 |

| | | | | | | | | | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|
| Année | 1587 | 1588 | 1589 | 1590 | 1591 | 1592 | 1593 | 1594 | 1595 |
| Nbre d'or | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| clef | 1 | 12 | 23 | 4 | 15 | 26 | 7 | 18 | 29 |

La clef de l'année sert à trouver dès le mois de mars de l'année jusqu'au mois de février de l'année suivante les dates des nouvelles lunes, donc celles des pleines lune ainsi que l'âge de la Lune chaque jour de cette période.

Pour obtenir directement l'âge de la Lune, il faut additionner à l'épacte le nombre de mois écoulés depuis le mois de mars compris et le nombre de jours du mois courant. Si le résultat est en dessous de 30, le résultat est l'âge de la Lune. Sinon, il faut ôter 30 pour obtenir l'âge de la lune.

Exemple :

Je veux savoir l'âge de la lune le 27 septembre de l'an 1579

Solution

Par lecture sur la volvelle, l'épacte de 1579 est 3

Le nombre des mois de mars à septembre est 7

On ajoute à 3, 7 puis 27, le résultat est 37

En ôtant 30, il reste 7. L'âge de la Lune le 27 septembre 1579 est 7.

⁶ Voir [Cycle lunaire, nombre d'or et épacte](#)

4-b) à propos de l'épacte utilisée par Michel Coignet⁷

Au XVI^e siècle, avant l'application de la réforme, la formule du comput pour trouver l'épacte dit épacte julienne ecclésiastique e_{je} est :

$$n \times 11 - 3 \equiv e_{je} [30] \text{ (modulo 30)} \quad \text{où } n \text{ est le nombre d'or}$$

À cette époque, les auteurs scientifiques⁸, comme Michel Coignet, intègrent l'erreur cumulée qui fait avancer de 3 jours l'âge de la Lune et utilisent une épacte e_j , reste de la division de $11n$ par 30.

$$n \times 11 \equiv e_j [30] \text{ (modulo 30)}$$

Par exemple,

le nombre d'or 1 correspond à une épacte e_j de 11;

le nombre d'or 2 correspond à une épacte e_j de 22;

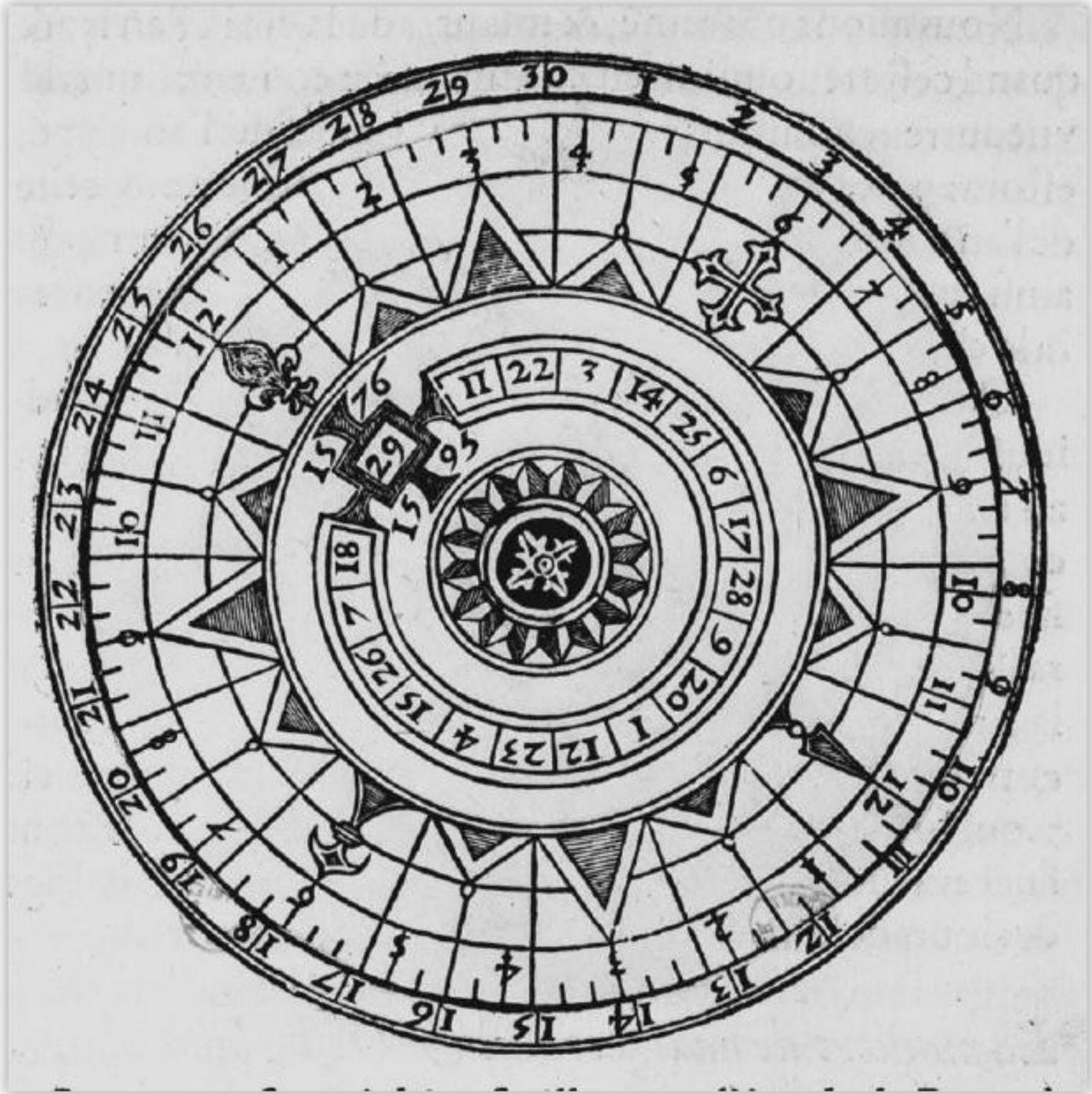
le nombre d'or 3 correspond à une épacte e_j de 3.

En 1582, l'épacte julienne est 3 pour le comput ecclésiastique et 6 pour le navigateur.

⁷ Voir [Sur le calendrier dans le manuscrit de Devaulx](#)

⁸ La réforme du calendrier sera appliquée en 1700 dans les pays protestants et en 1752 en Angleterre.

5) Patron '(en cours)



6) Activités

Activité 1 – calendrier

Quel est l'âge de la Lune le 5 décembre 1590.

Solution

En 1590, l'épacte est 4

Le nombre de mois entre mars et décembre est 10

On ajoute à 4, 10 et 5, soit 19

L'âge de la Lune le 5 décembre 1590 est 19

Activité 2 – calendrier

Calculer l'épacte de l'année 1590.

Solution

le nombre d'or de 1590 est le reste de la division de $(1590+1)$ par 19 : 14

Pour calculer l'épacte, on utilise: $n \times 11 \equiv e_j [30]$ (modulo 30)

le reste de la division de 154 par 30 est 4

Activité 3 – calendrier

Trouver la date de la nouvelle lune en avril 1590.

Solution

Comme l'épacte de 1590 est 4

Le nombre de mois de mars à avril est 2

L'âge de la Lune, le jour de la nouvelle lune est 30

Le quantième du mois d'avril est $30 - (4 + 2) = 24$

La date de la nouvelle lune en avril 1590 est le 24.

Activité 4 – volvelle et calcul

La situation d'un port est SE, on veut connaître l'heure de la marée haute le 5 décembre 1590.

1- La situation du port SE correspond à quelle heure?

2- À quelle heure y-a-t-il marée haute le 5 décembre 1590? Lisez le résultat sur la volvelle et retrouvez-le par calcul.

Solution

1- SE correspond à 9 heures.

2- Comme l'âge de la Lune est 19 (activité1), on calcule $9h + 19 \times 4/5h$

ou plus simplement $9h + 4 \times 4/5h = 12h 12 \text{ min}$

Il est pleine mer à 12h 12min le 5 décembre 1590.