

Le calendrier lunaire fondé sur le calcul astronomique

Mohammed MOUSSAOUI, Président du CFCM

Paris, 23 mai 2013

Annexe : Éléments d'astronomie

1. La notion du jour et de la nuit dans le calendrier musulman.

Dans cette annexe, nous allons passer en revue quelques éléments d'astronomie portant sur le système Terre-Soleil-Lune en lien avec le calendrier musulman. Pour mieux comprendre les fondements de ce calendrier, nous devons, en premier lieu, y préciser la notion du « jour » :

En français le mot « jour » peut être utilisé à la fois par opposition à la « nuit » et pour désigner également une durée de 24 heures allant de **minuit à minuit suivant**.

En arabe, nous disposons de trois concepts : D'abord, le *Yawm* correspondant à une durée de 24 heures allant du **coucher du soleil au coucher du soleil suivant**. Ensuite le *Layl*, première partie du *Yawm* qui s'étale entre le coucher du soleil jusqu'au lever de l'aube, le *Nahar*, deuxième partie du *Yawm* qui s'étale entre le lever de l'aube et le coucher du Soleil suivant. Par exemple, le premier *Yawm* du mois de Ramadan 1434 H prochain démarre au coucher du soleil du 8 juillet 2013, son *Layl* (nuit) s'étale du coucher du soleil du 8 juillet 2013 jusqu'à l'aube du 9 juillet 2013, son *Nahar* (journée) démarre à partir de l'aube du 9 juillet 2013 au coucher du Soleil du 9 juillet 2013. Les musulmans jeûnent les *Nahar* du mois de Ramadan et rompent leur jeûne au coucher du Soleil de chaque *Nahar*.

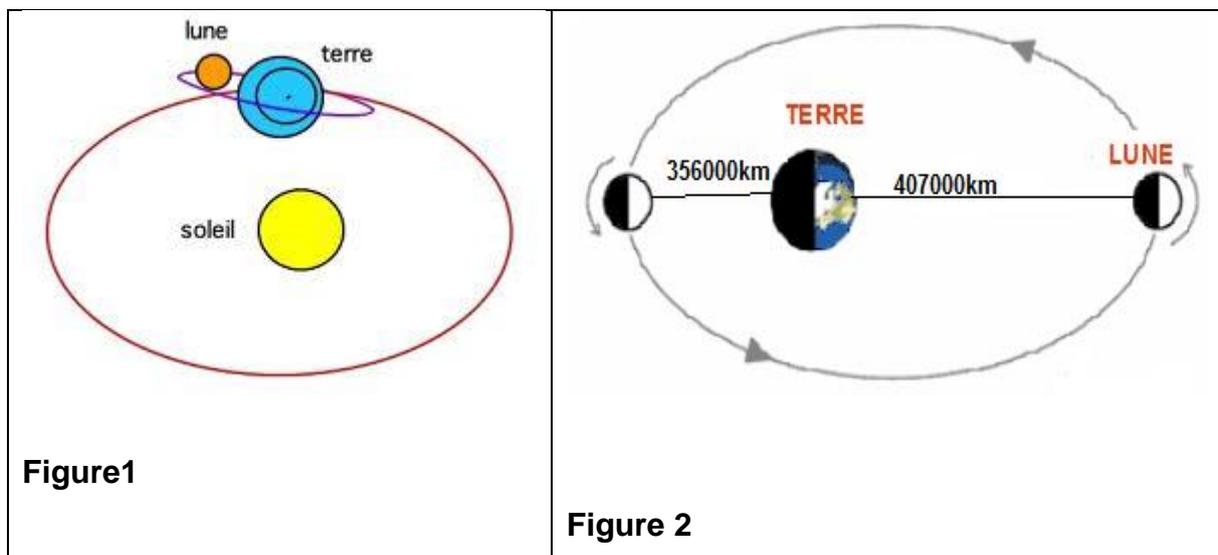
Ce que nous entendons par le lever de l'aube (*Fajr* en arabe) (à ne pas confondre avec le lever du Soleil) est l'instant où l'intensité de l'obscurité a atteint son maximum et a commencé à décroître pour laisser place à la lumière du jour. Le lever du Soleil peut intervenir plusieurs heures après le lever de l'aube.

Le Soleil et la Lune sont les deux objets les plus brillants du ciel, donc les plus faciles à repérer (la Lune, qui n'est pas lumineuse en soi, se contente de réfléchir la lumière de Soleil). Le phénomène de récurrence de jour et de la nuit, ainsi que le changement

des saisons et tout ce qui rythme la biologie de la plupart des espèces animales et végétales, est une conséquence de la rotation de la Terre sur elle-même et par rapport au Soleil ainsi que la rotation de la Lune autour de la Terre. Le reste de ce paragraphe s'appuie largement sur ([6]) et ([7])

2. Le plan Ecliptique

C'est le plan que constitue l'orbite de la terre autour du Soleil. Si nous nous positionnons à la verticale du Soleil par rapport à ce plan, le trio Soleil-Terre-Lune apparaît comme sur la figure 1



Les proportions sont loin d'être respectées et ne le sont jamais. En effet, dans un dessin comportant les trois corps, si la Terre est représentée par un cercle de 1cm de rayon, la Lune doit être représentée par un cercle de 2,5 mm situé à une distance d'environ 60 cm de la Terre et le Soleil aurait un rayon de 1,09 m et serait situé à 235 m de la Terre.

Par ailleurs, dans la Figure 2, la trajectoire de la lune est une ellipse, mais là aussi, les proportions ne sont pas respectées puisque cette ellipse est très proche d'un cercle. En effet, la distance Terre-Lune varie entre environ 356 000 km et 407 000 km.

Selon une loi due à l'astronome Képler (1571-1630), la Lune va plus vite quand elle est proche de la Terre et plus lentement quand elle en est loin.

3. La Nouvelle Lune : Conjonction

Après la pleine lune, la partie éclairée de la lune commence à diminuer jour après jour, jusqu'à ce qu'elle devienne un croissant « (» et finir par complètement disparaître. Le nouveau croissant «) » réapparaîtra un ou quelques jours plus tard. Entre la disparition du croissant « (» et la réapparition du nouveau croissant «) », à un instant précis se produit « la Nouvelle Lune ». Les astronomes publient en général cet instant en temps universel coordonné (UTC). Bien évidemment cet instant unique exprimé en heure légale d'un pays peut décaler le phénomène d'un jour en avant ou en arrière en fonction du décalage horaire entre le pays et le temps universel. Par exemple si la Nouvelle Lune a lieu à 23h 10m UTC, elle a lieu à 0h 10m le lendemain en heure légale française si on est en période d'hiver et à 1h 10m si on est en période d'été.

Pour être précis, reprenons notre figure 1 à un autre instant (**Figure 3**) :

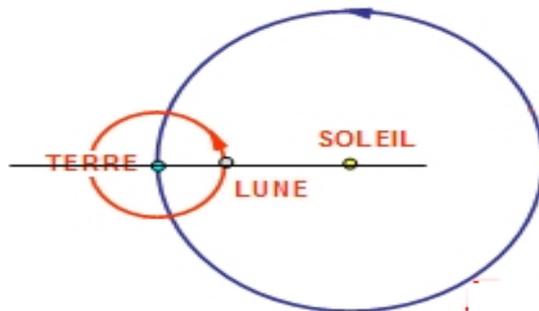


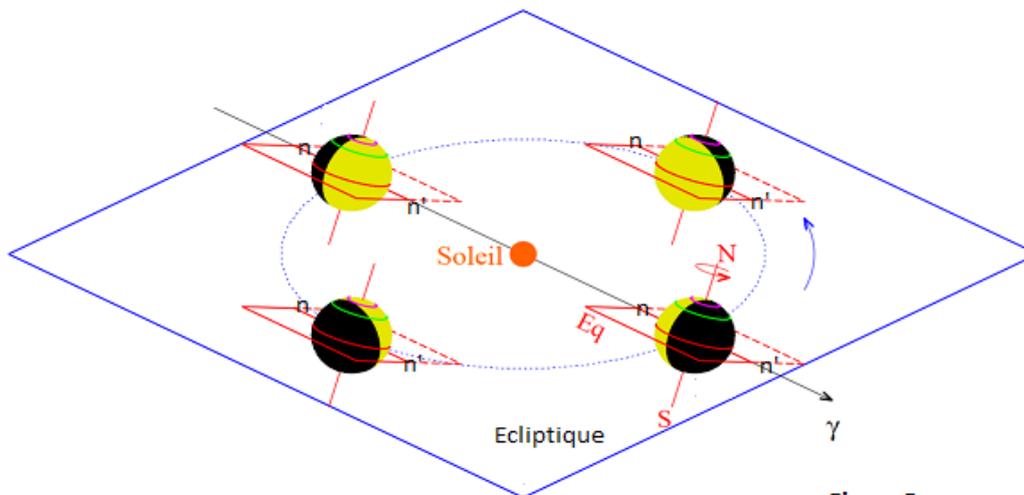
Figure 3 ([6])

La Nouvelle Lune, appelée également « **Conjonction** » correspond à l'instant où la projection du centre de la Lune dans le plan de l'écliptique (voir figure 6 ci-après) se trouve sur une ligne fictive passant par le centre de la Terre et le centre du Soleil. Vue depuis la Terre, la face éclairée de la surface lunaire se trouve dans la direction opposée à la direction de la Terre. La Lune est donc complètement invisible pour un observateur terrien. Faisons une petite expérience et tenons à bout de bras et en direction du Soleil une balle de tennis (Lune). La partie de la balle de tennis que nous voyons est entièrement à l'ombre quelle que soit la hauteur à laquelle la balle est maintenue.

4. Phases de la Lune

4.1. Différence entre la conjonction et l'Eclipse du soleil

Si au lieu de nous imaginer à la verticale du plan orbital terrestre comme dans la figure 1, nous nous imaginons les pieds sur le plan de l'écliptique, nous allons découvrir (figure 5, tirée du [7])



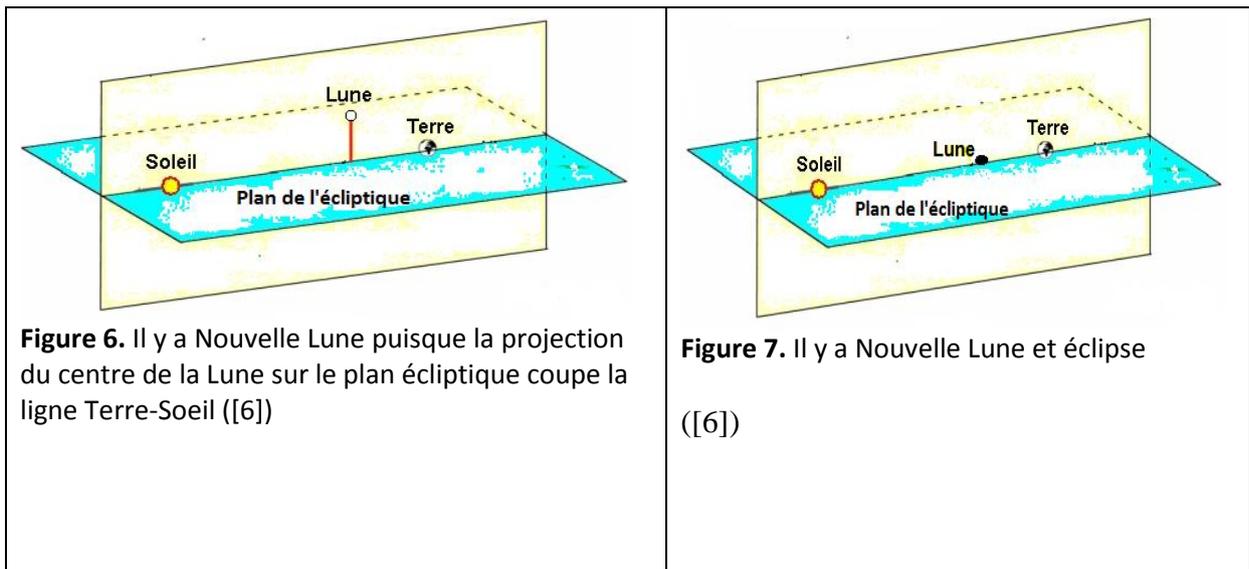
On peut constater, même si les proportions et les angles ne sont pas respectés, que le plan-orbital de la Lune n'est pas sur le plan de l'écliptique puisqu'il est incliné d'environ 5° . On constate aussi que le plan équatorial terrestre est incliné de 23° environ par rapport au plan de l'écliptique.

C'est la raison pour laquelle nous avons parlé plus haut de " projection de la Lune dans le plan de l'écliptique ". Il est très rare que la Lune se trouve exactement sur la ligne centre du Soleil / centre de la Terre. Ce qui ne change rien à l'apparence (du point de vue partie éclairée) de la Lune. Élevons ou abaissons un peu notre balle de tennis par rapport à une ligne Yeux/Soleil et nous constaterons que nous ne voyons toujours que la partie ombre de la balle.

Comme on peut le voir sur la **Figure 5**, le plan équatorial et le plan écliptique se coupent sur une ligne (nn') (appelée ligne des nœuds).

Et, pour simplifier, ce n'est que lorsque la Lune se trouve au voisinage de cette ligne au moment de la Nouvelle Lune qu'il y aura **éclipse de Soleil** (d'où l'appellation du plan écliptique).

Nous avons maintenant compris (**Figure 6**) qu'il y a nouvelle Lune chaque fois que la projection de la Lune dans l'écliptique se trouve dans la direction Terre-Soleil. On dit alors que la Lune et le Soleil sont en **conjonction** et la Lune se couche et se lève presque en même temps que le Soleil.

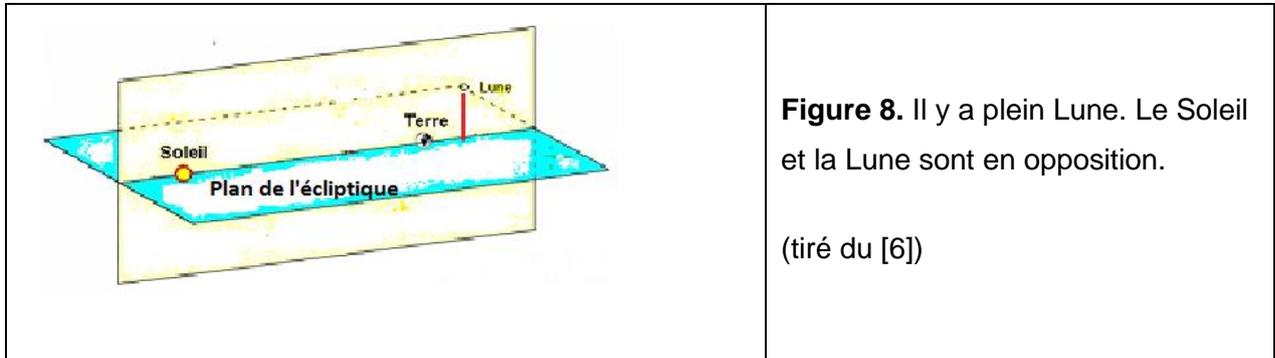


4.2. Combien de temps s'écoule-t-il entre deux Nouvelles Lunes ?

Cette "révolution synodique moyenne" (ou lunaison moyenne) dure 29,530588 jours soient 29 j 12 h 44 mn 2,8 s. Bien que ce ne soit pas notre propos, notons que cette lunaison ne correspond pas au temps moyen que met la Lune pour faire le tour de la Terre et revenir au même point (par rapport à une étoile). Cette révolution, dite "sidérale moyenne" est de 27,321661 jours. Il convient d'insister sur le fait que ces durées sont des durées moyennes et que les durées vraies (celles qui nous concernent dans l'observation du premier croissant) peuvent varier de +/- 7h par rapport à ces durées moyennes » ([6])

4.3. La Pleine Lune

En revanche, si la Terre est entre le Soleil et la Lune, c'est alors la pleine Lune. On dit alors que la Lune et le Soleil sont en opposition. La Lune se lève lorsque le Soleil se couche et elle se couche lorsqu'il se lève. La face éclairée de la Lune est donc du côté Terre et elle est vue quasiment sous la forme d'un disque entier.



4.4. Que se passe-t-il entre la Nouvelle Lune et la Pleine Lune ?

En fait, c'est toujours la moitié de la Lune qui fait face au Soleil qui est éclairée. Mais, de notre position d'observateur, nous allons voir progressivement une plus grande partie de cette face éclairée et on passera par toutes les phases de la Lune (dites phases croissantes) comme le montre la figure 9. On note aussi les phases dites décroissantes pour la période entre la pleine Lune et la nouvelle Lune suivante. Pour résumer, c'est la position relative de l'observateur terrestre par rapport à la Lune qui provoque les phases. Tournons sur nous-mêmes avec notre balle de tennis, nous voyons de plus en plus de surface de la balle éclairée. La balle est entièrement éclairée quand nous tournons le dos au Soleil... à condition de tenir la balle plus haut ou plus bas que le Soleil. Sinon, on va droit... à l'éclipse.

Ajoutons que les phases telles qu'elles sont dessinées sont schématiques et que la partie éclairée ne se présente pas toujours de la même manière selon les lieux même si c'est bien toujours la même partie.

Imaginons un observateur placé sur un axe perpendiculaire au plan de l'écliptique. Comment va-t-il voir la Lune à son premier quartier par exemple selon qu'il est aux alentours du point H (qui n'est pas le pôle nord du fait de l'inclinaison de la Terre sur le plan de l'écliptique), du point O et du point B ? (**Figure 10**)

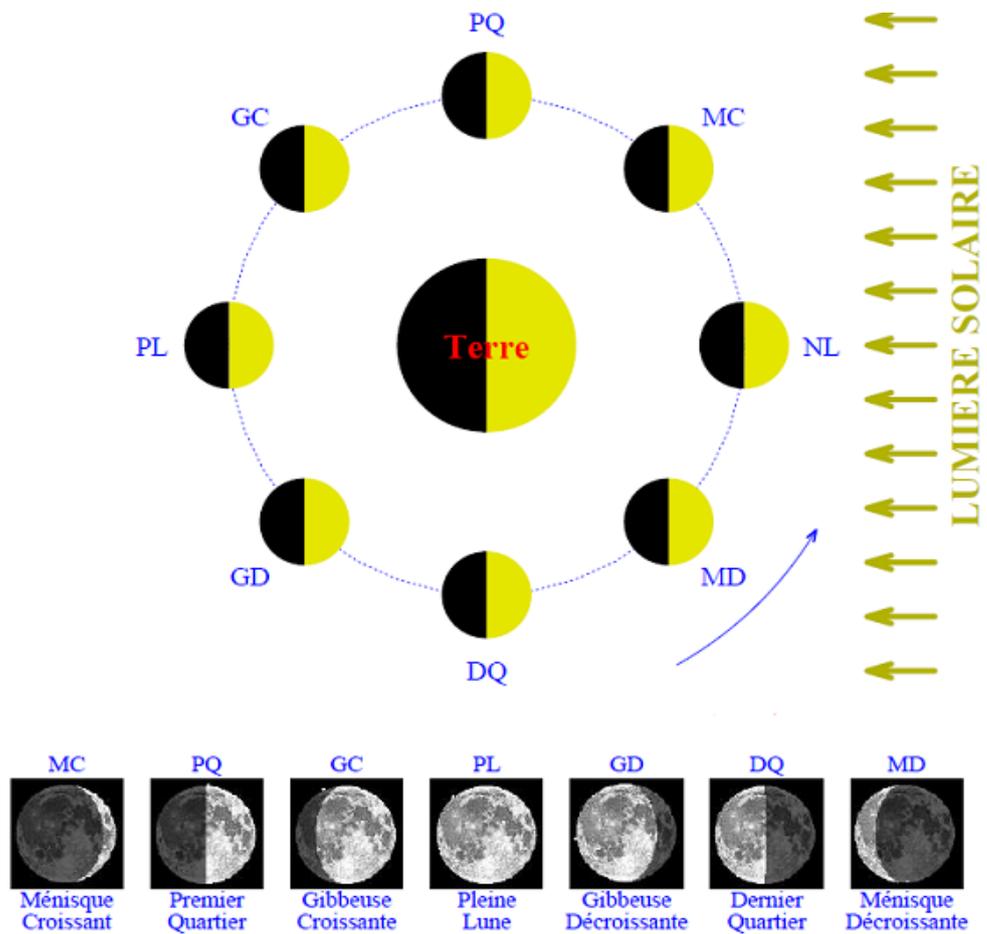


Figure 9 (tiré du [7])

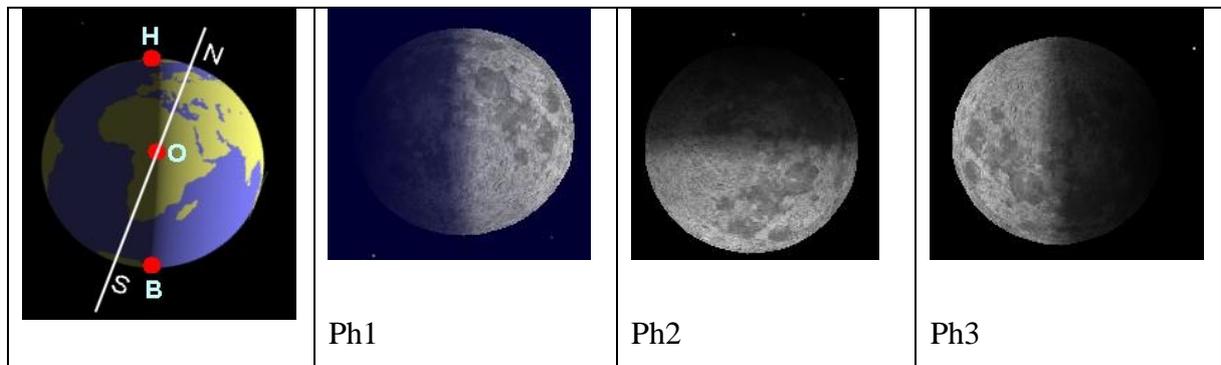


Figure 10 (tiré du [6])

- Pour l'observateur placé au point H, la moitié droite de la Lune est visible et la Lune est à l'horizon (Ph3).

- Pour l'observateur placé au point O, la moitié inférieure de la Lune est visible et la Lune est au zénith (Ph2).

- Pour l'observateur placé au point B, la moitié gauche de la Lune est visible et la Lune est à l'horizon (Ph1).

Là aussi, comme pour les phases, nous avons toutes les possibilités de vision intermédiaire selon l'endroit où nous sommes et nous voyons une portion de Lune plus ou moins inclinée. Mais n'oublions pas que, quel que soit cet endroit, la surface éclairée est toujours la même.

4.5. Peut-on calculer le moment de la nouvelle Lune avec précision ?

La réponse est oui. Même si La Lune est fantasque dans sa trajectoire et ses déplacements les raisons des perturbations de ces derniers sont parfaitement connues et calculables.

4.6. Qu'est-ce que l'âge de la Lune ?

C'est l'intervalle de temps compté en jours, heures et minutes depuis la Nouvelle Lune. Par exemple, on dit que la Lune est âgée de presque 14 jours lors de la pleine Lune.

4.7. A quel âge de la Lune son premier croissant pourrait-il être visible ?

Avant et après la Nouvelle Lune (Conjonction), la Lune est invisible partout sur le globe pendant un certain temps qui varie de 30 heures environ à 50 heures environ..

C'est après cette période de "disparition" complète de la Lune quel que soit le lieu d'observation (appelée en arabe **Mahaq**) que le croissant de la lune pourrait être visible. Cette période dépend de la valeur d'un angle virtuel, appelé **élongation**, qui est formé entre le centre du Soleil, le centre de la terre et le centre de la Lune (le centre de la terre étant au sommet de cet angle).

On estime que cet angle (élongation) doit être de plus de 8° environ pour que la Lune soit assez éloignée du Soleil et que le croissant soit suffisamment étendu.

L'âge de la Lune lors de la visibilité du premier croissant fait l'objet d'un "livre des records", le "*Records of Young Moon Sightings, Quarterly Journal of Royal Astronomical Society*" (1993). On sait par exemple, qu'avec instrument, ce record est

de 11 heures 40 minutes (7 septembre 2002) et qu'avec l'œil nu, il est de 15 heures 32 minutes (24 mai 1990).

4.8. Quels sont les phénomènes qui empêchent de voir Hilal ?

Ils sont nombreux et peuvent être dus :

- Au manque d'habitude de l'observateur et/ou à son manque d'acuité visuelle
- A l'environnement ambiant (trop de lumière dans une ville, pollution, température de l'air au sol, horizon caché...)
- Au temps (ciel nuageux ou couvert...)
- A la position de la Lune au-dessus de l'horizon. On estime que le centre de la Lune doit être de plus de 5° au-dessus de l'horizon pour que l'observateur ait le temps de voir le croissant avant qu'il se couche.

4.9. Où chercher à voir le Hilal ?

Nous avons vu plus haut que lorsque la Lune et le Soleil sont en conjonction, la Lune se couche presque en même temps que le Soleil. Pour voir le premier croissant de Lune, il nous suffira donc, après avoir consulté un éphéméride donnant la date et l'heure de la Nouvelle Lune de regarder chaque soir, une quinzaine de minutes après le coucher du Soleil, à droite et à gauche de l'endroit où il s'est couché pour apercevoir le croissant qui marquera le début du mois.

Remerciements : Je tiens à remercier chaleureusement les professeurs Khalid Chraïbi et Smail Mostefaoui pour leurs remarques et suggestions très utiles à la rédaction de cet article.