

Recherche de l'axe de rotation du Soleil

Cet article vient compléter celui sur la mesure de la période de rotation du Soleil sur lui-même. Il décrit une méthode expérimentale pour trouver son axe de rotation. Celui-ci est déterminé à partir de la direction du mouvement des taches solaires relevées sur deux séries de photographies prises à plusieurs jours d'intervalle, cette direction étant perpendiculaire à l'axe de rotation du Soleil.

Cependant, pour comparer efficacement la position des taches, il faut, dans un premier temps, connaître l'orientation du Soleil par rapport à un repère fiable facilement accessible au cours de l'expérience. Le repère que nous allons prendre est l'axe de rotation de la Terre. Ce n'est qu'en un second temps que l'on s'intéressera à l'axe de rotation du Soleil.

Étape 1 : Recherche de l'axe de rotation de la Terre sur les images du Soleil du 15 juin.

Pour trouver cet axe, il faut à chacune des deux séances, prendre une série de photos du Soleil à quelques minutes d'intervalle sans bouger l'APN sur son pied, et les superposer ensuite avec un logiciel de type Iris, Picasa ou Gimp... Le montage de la figure 1a, réalisé avec une suite de 4 photos prises à 2 minutes d'intervalle le 15 juin 2012 autour de 19H 44 min, fait apparaître le mouvement rectiligne apparent du Soleil résultant de la rotation de la Terre autour de son axe Nord/Sud.

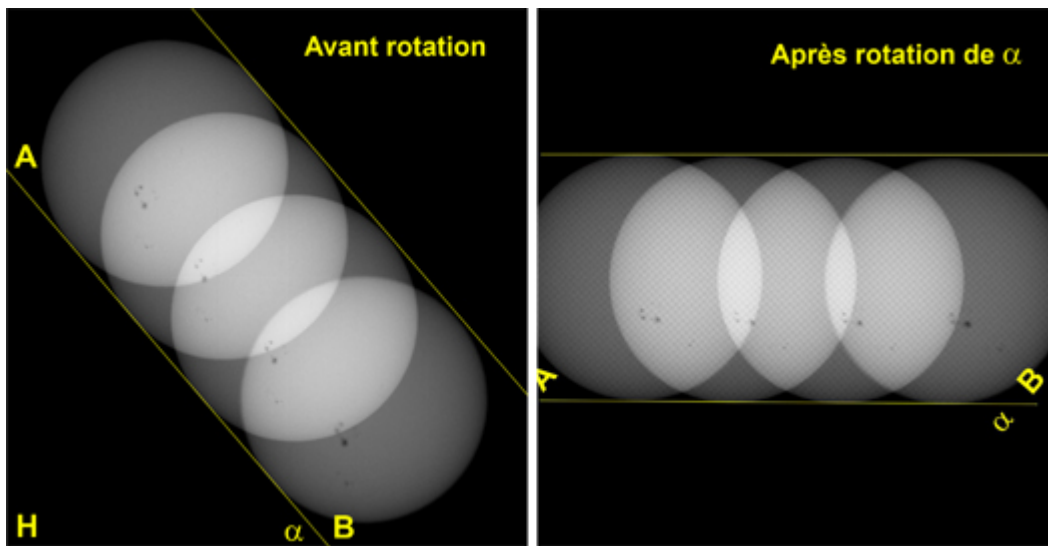


Figure 1a : superposition de

4 photos du Soleil prises le 15 juin à 2 minutes d'intervalle donnant la trajectoire apparente du Soleil.

Figure 1b : idem, après rotation pour rendre cette trajectoire horizontale.

Un petit raisonnement de géométrie dans l'espace permet d'affirmer que la projection de l'axe de rotation terrestre dans le plan de l'image est perpendiculaire à la direction de déplacement du Soleil repérée par les traits jaunes.

Pour faciliter la superposition ultérieure des photos du Soleil prises au cours des deux séances séparées de plusieurs jours d'intervalle, nous avons choisi **d'orienter verticalement** la projection orthogonale (sur l'image) de l'axe de rotation de la Terre, ce qui revient à faire tourner la direction de déplacement **pour la rendre horizontale**. L'angle α dont on doit faire tourner l'image se mesure facilement sur la figure 1a à partir de la relation $\tan \alpha = HA/HB$.

On a trouvé $HA = 1051$ pixels et $HB = 895$ pixels, d'où $\alpha = 49,71^\circ$.

Après rotation de $49,71^\circ$ de la suite de photos, on constate, figure 1b, que le déplacement du Soleil est bien devenu horizontal.

Il nous faut maintenant effectuer cette rotation sur l'empilement avec Iris, figure 2a, d'une série de 4 photos du Soleil prises en rafale **le 15 juin 2012 à 19H 44min 44sec**.

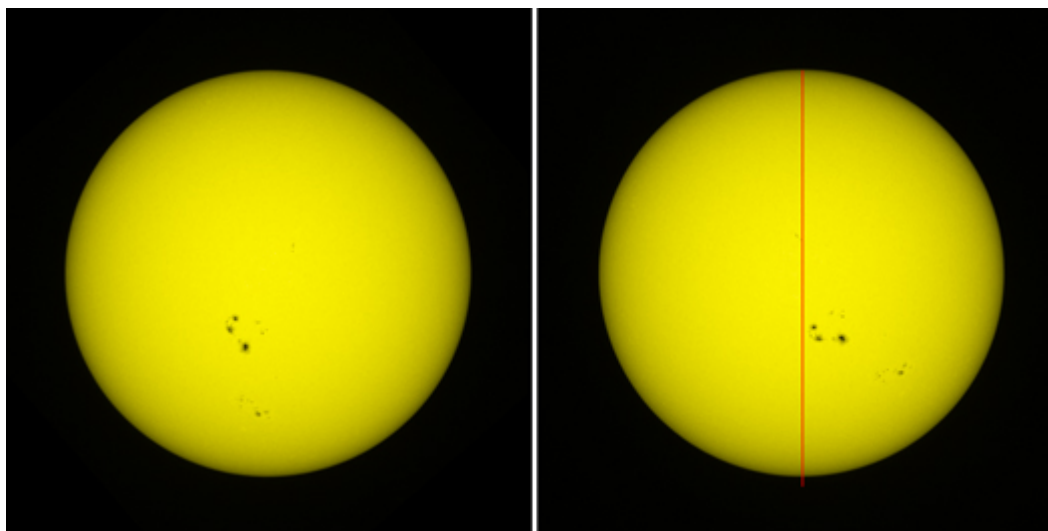


Figure 2a : cumul sous Iris de 5 photos du Soleil prises le 15 juin à 19H 44min 44 sec.
 Figure 2b : idem après une rotation d'angle α . En rouge : la trace du plan contenant l'axe de rotation terrestre.

Après rotation, figure 2b, la projection orthogonale sur l'image de l'axe de rotation terrestre est repérée par le trait vertical rouge.

Étape 2 : Recherche de l'axe de rotation de la Terre sur les images du Soleil du 17 juin.

On effectue ensuite les mêmes opérations sur la 2^{ème} série de photos prises le 17 juin autour de 19H 09 min.

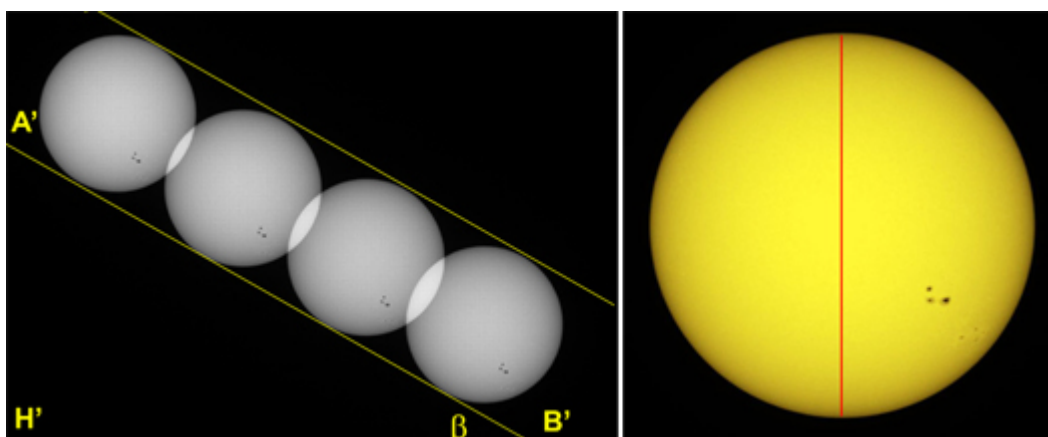


Figure 3a : superposition d'une suite de 4 photos du Soleil prises le 17 juin à 2 minutes d'intervalle.
 Figure 3b : cumul sous Iris d'une série de 5 photos du Soleil prises en rafale le 17 juin à 19H 09min 54 sec, après une rotation d'angle β . En rouge : la trace du plan contenant l'axe de rotation terrestre.

La superposition d'une suite de 4 photos prises à 2 minutes d'intervalle, figure 3a, nous révèle la trajectoire apparente du Soleil. Celle-ci est différente de la 1^{ère} suite, car l'appareil photo était incliné d'une vingtaine de degrés.

Il faut la tourner d'un angle β égal à $29,66^\circ$ ($\tan \beta = H'A'/H'B' = 1265\text{pixels}/2221\text{pixels}$) pour qu'elle devienne horizontale et que la projection de l'axe de rotation terrestre soit verticale. On applique ensuite cette rotation connue à l'empilement d'une série de 5 images du Soleil **prises le 17 juin à 19H 09min 54sec**, figure 3b. Comme pour la photo du 15 juin, le trait rouge vertical repère la projection sur l'image de l'axe de rotation terrestre.

Étape 3 : Détermination de l'axe de rotation du Soleil

Les deux images du Soleil prises à deux jours d'intervalle, figures 2b et 3b, sont maintenant orientées de la même façon par rapport à la projection de l'axe terrestre. On peut donc les superposer pour analyser correctement le déplacement apparent des taches solaires. On obtient le montage de la figure 4a.

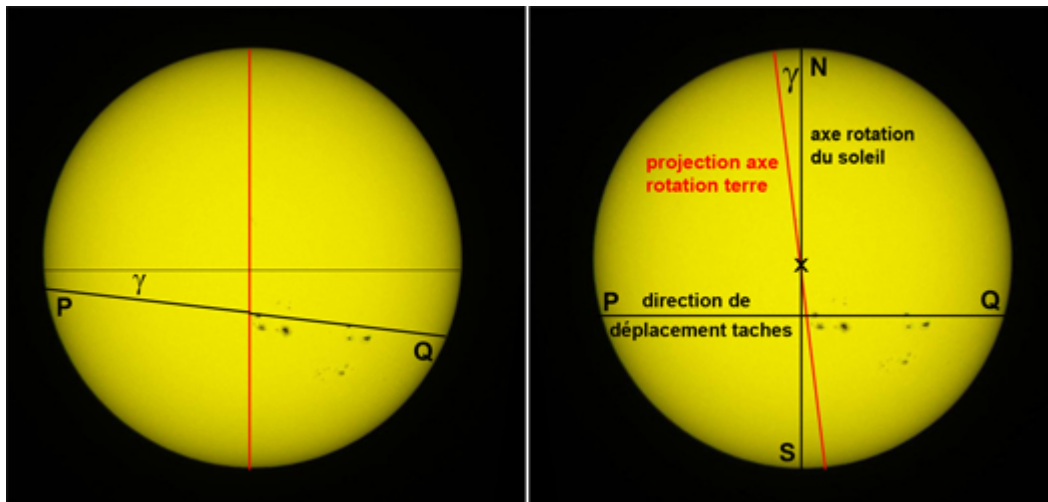


Figure 4a : superposition des images du Soleil prises les 15 juin à 19H 44min 44 sec et 17 juin à 19H 09min 54sec. Le segment PQ donne la direction de déplacement des taches.
 Figure 4b : idem après une rotation d'angle γ . L'axe NS de rotation du Soleil est vertical.

On repère facilement le mouvement des taches sur une ligne PQ légèrement inclinée d'un angle γ par rapport à l'horizontale. Comme le mouvement des taches est dû à la rotation du Soleil sur lui-même, la ligne PQ est forcément perpendiculaire à l'axe de rotation du Soleil (qu'on notera NS). Par convention, cet axe est toujours orienté verticalement sur les représentations du Soleil. Pour qu'il en soit ainsi, nous devons donc tourner l'image de la figure 4a d'un angle γ qu'on détermine au moyen du logiciel Iris ou Photoshop. Nous avons trouvé $\gamma = 7,20^\circ$.

Après rotation, on obtient alors l'image de la figure 4b. La direction PQ du mouvement des taches devient horizontale **et perpendiculaire à l'axe de rotation vertical NS du Soleil. La direction de cet axe est donc parfaitement déterminée.**

Si on ne s'intéresse qu'à une unique photo du Soleil (et non au déplacement des taches pour l'article sur la mesure de la période de rotation du Soleil), il suffit de faire subir une rotation de $7,20^\circ$ aux photos des figures 2b ou 3b. On obtient alors des représentations identiques à celles qui sont publiées à partir des images recueillies par la sonde SOHO [1].

Note : Cette activité a fait l'objet d'un « TPE » (Travail Personnel Encadré) réalisé avec enthousiasme et brio durant l'année scolaire 2011/2012 par Ophélie, Damien et Baptiste, 3 élèves de 1^{ère} du Lycée Gay-Lussac de Limoges, adhérent en qualité de personne morale de la Saplimoges.

Référence :

[1] <http://soho.www.nascom.nasa.gov>

Rédaction : Michel Vampouille