

La rotation du Soleil

ATTENTION, IL NE FAUT JAMAIS REGARDER LE SOLEIL DIRECTEMENT SANS FILTRE SPECIFIQUE.

Description de l'activité :

Pour cette activité, il n'est pas nécessaire de faire soit même les clichés même si cela peut aussi se faire. Depuis le 20 Janvier 2006, le Satellite SoHo réalise des clichés journaliers de la surface du Soleil avec filtres.

Il suffit d'aller sur le site <http://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/> pour trouver des images du soleil sur lesquelles sont repérées les taches solaires en mouvement.

Problème : Comment observer et mesurer la rotation du Soleil ?

Compétences/capacités

<u>Compétence(s)</u> : Pratiquer la démarche expérimentale
<u>Capacités/attitudes</u>
<ul style="list-style-type: none"> - Suivre un protocole expérimental - Faire preuve d'autonomie

Prérequis

<u>Notions</u>	<u>Logiciels/équipement</u>
<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation du logiciel libre SalsaJ - Connaitre la Taille du Soleil. - Maitriser la proportionnalité. - Quelques notions de géométrie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Un ordinateur sur lequel le logiciel SalsaJ (version 2.21) - Une connexion internet pour récupérer les images du soleil via le satellite SoHo.
<u>Niveau Technique</u> : initiation	
<u>Niveau</u> : collègue - lycée	

Objectifs :

- Déterminer la vitesse de rotation du Soleil
- Montrer que la nature gazeuse du Soleil induit d'une variation de vitesse de rotation suivant la Latitude.

Finalité : Mettre en évidence la rotation du Soleil par la mesure et par la réalisation d'une vidéo mettant en évidence ce phénomène.

Cadre de l'activité : On peut réaliser une série d'images du Soleil avec un Télescope muni d'un filtre pleine ouverture, on peut également utiliser les images du satellite SoHo.

Notions et compétences à acquérir :

- Utilisation du Logiciel SalsaJ.
- Savoir que le Soleil tourne autour de son axe.
- Etre capable de mesurer sa vitesse de rotation.
- Comprendre que l'on peut montrer que la surface du soleil n'est pas solide.

Un peu d'histoire : Il semblerait que les taches solaires soient connues depuis 2000 ans par les chinois, cependant, il faudra attendre 1610, Galilée et sa fameuse lunette pour que l'occident découvre ces taches solaires qui sont la conséquence de l'activité thermonucléaire du Soleil. Au début, considérées comme des nuages passant devant le Soleil, il fallut se résoudre à l'évidence, ces observations étaient à la surface du Soleil et en mouvement par rapport à l'axe du Soleil.

D'autre part, cette rotation s'effectue autour d'un axe légèrement incliné de $7,15^\circ$ par rapport à la normale au plan de l'écliptique.

Les scientifiques ont pu observer que l'activité du soleil était périodiquement variée. La période de l'activité Solaire de 11 ans fut découverte en 1843 par Heinrich Schwabe en étudiant l'évolution du nombre de taches solaires à la surface du Soleil.

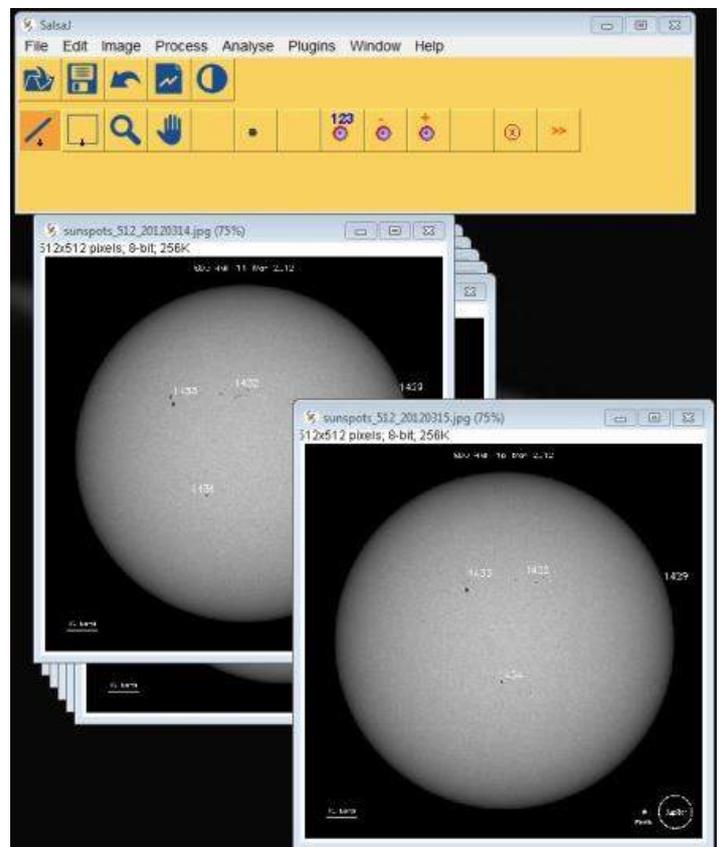
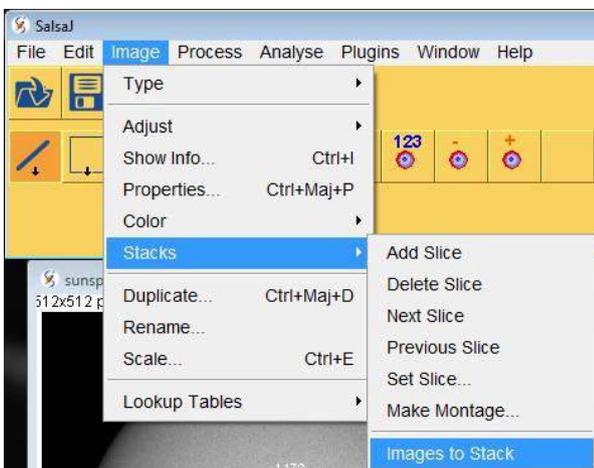
L'étude proposée dans ce qui suit se fait une étude des trois premiers mois de l'année 2012.

La période choisie tient compte du fait que l'activité solaire était assez importante donc le nombre de taches suffisants pour pouvoir faire des mesures du diverses latitudes de la surface du Soleil.

Etape N°1 : Réalisation de la vidéo.

A l'aide logiciel SalsaJ (2.21), on peut réaliser une petite vidéo pour montrer cette rotation. Pour réaliser cette vidéo, voilà comment procéder :

- Ouvrir les images en sélectionnant toutes.
- Il faut à présent les empiler avec la fonction **image** → **Stacks** → **images to stack**.

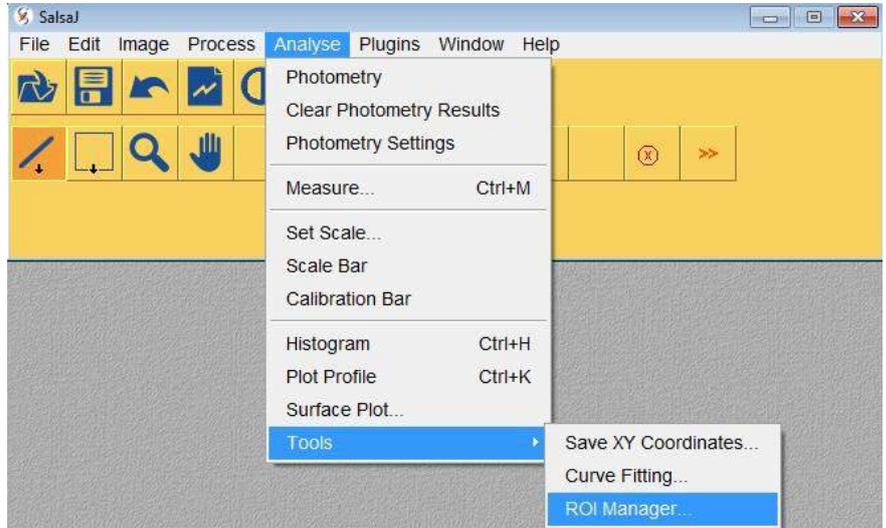


- Enfin dans le menu **images** → **stacks** → **animation options** en réglant 5 images par secondes on arrive au résultat que vous pouvez trouver sur ce lien. http://www.dailymotion.com/video/xqqhnp_rotacion-du-soleil-2012_webcam

Remarque : Les images de SoHo ne tiennent pas compte de l'inclinaison de l'axe du Soleil. Elles ont toutes été redressées.

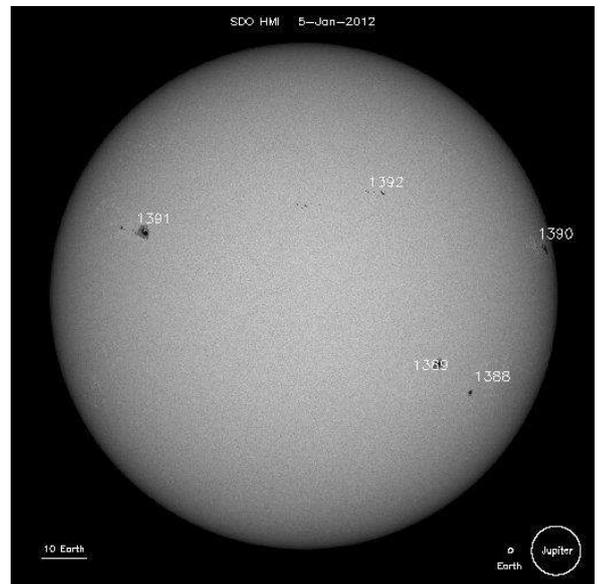
Etape N°2 : De l'analyse des positions des différentes taches solaires à la rotation du Soleil.

Comme il faut travailler sur de nombreuses images, on utilise la fonction **ROI manager** qui permet des sélections multiples et des mesures associées, il faut l'ouvrir comme le montre la copie d'écran ci-contre :

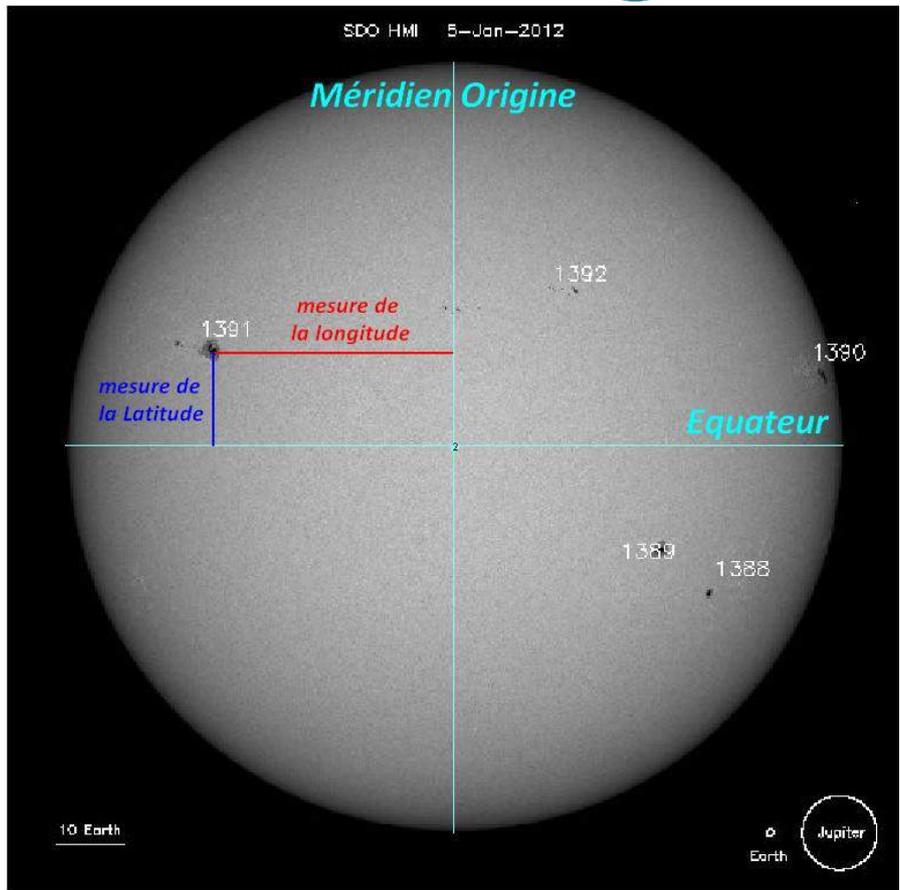


Les clichés étant journaliers, on sait qu'entre deux images successives il s'est écoulé 24h. La plus grande difficulté est donc d'évaluer la distance parcourue par la tache à la surface du Soleil. Comme les images sont des projections planes de la surface du Soleil, il est nécessaire de faire un peu de trigonométrie et de géométrie.

Sur une image du Soleil provenant du site de la NASA, telle que celle-ci on va s'intéresser à la tache 1391. Il faut définir sa position par rapport à l'axe de rotation vertical et à l'équateur solaire, donc trouver sa longitude et sa latitude.



A partir du stacking réalisé avec SalsaJ, on doit tracer à l'aide de l'outil de dessin , les deux axes méridien origine et équateur solaire comme cela est représenté sur l'image suivante. et faire apparaître les mesures réalisables liées à la longitude et à la latitude de la tache.



Pour passer à l'exploitation, on va étudier le schéma ci-contre :

Les mesures, que nous pouvons réaliser, sont notées m sur la figure.

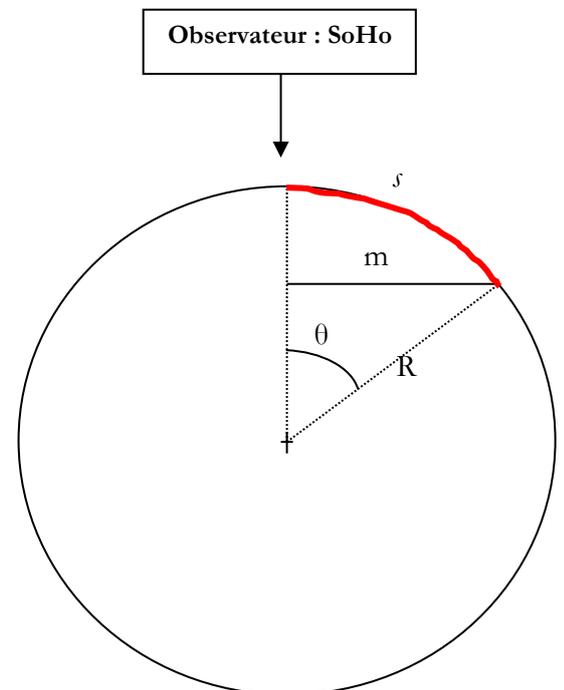
Ce que nous devons obtenir c'est l'angle θ pour la latitude et la mesure de l'arc s (en rouge sur la figure) pour déterminer la distance par rapport au méridien.

Connaissant le rayon R du Soleil on peut obtenir par un calcul simple les valeurs de θ et de s .

En effet, $\sin \theta = \frac{m}{R}$

donc $\theta = \sin^{-1} \left(\frac{m}{R} \right)$

Et $s = R \times \theta = R \times \sin^{-1} \left(\frac{m}{R} \right)$

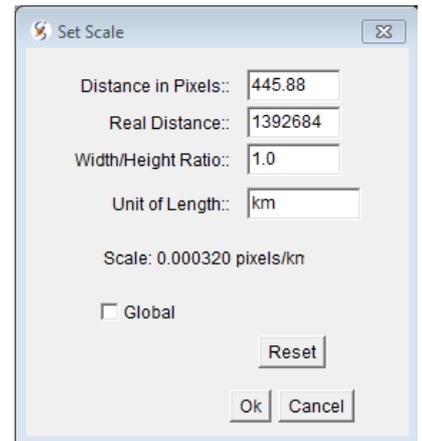


Sachant que le rayon du soleil est de 696 342 km, il nous suffit de déterminer m et on trouvera les deux valeurs recherchées.

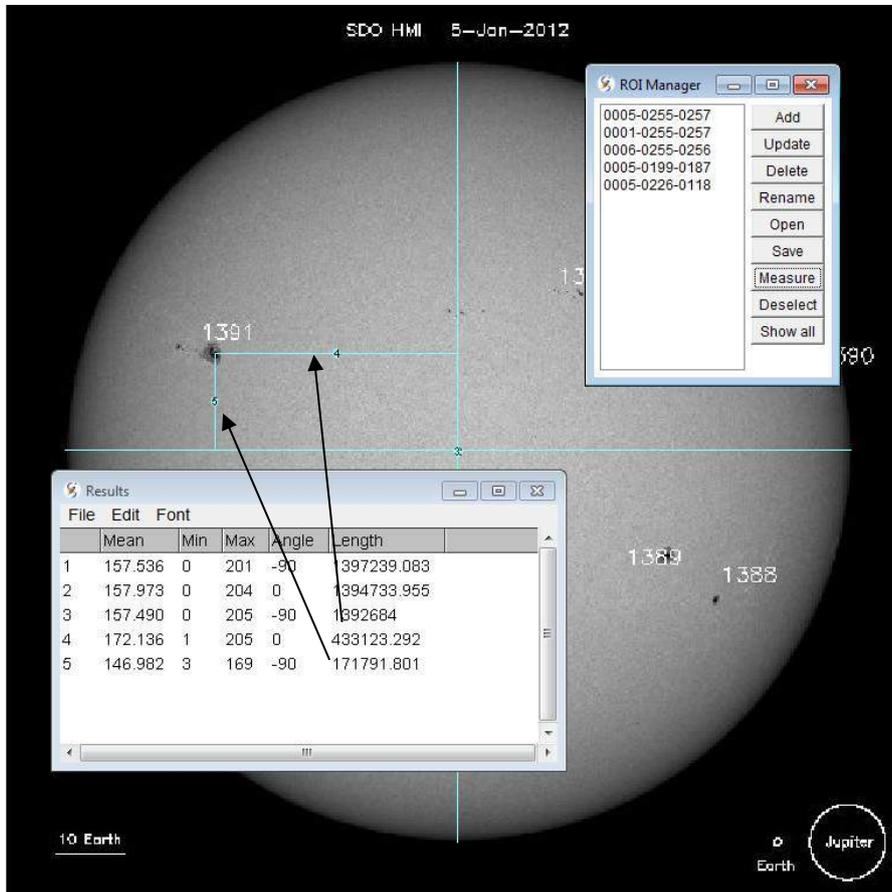
Pour cela, on va étalonner les images du Soleil avec SalsaJ, sélectionner précisément un diamètre du Soleil avec l'outil

Ensuite cliquez sur **Analyse** → **Set scale**, compléter la boîte de dialogue qui s'ouvre avec la valeur du diamètre du soleil connue en précisant l'unité de longueur.

Dès lors, pour chaque sélection linéaire vous pouvez obtenir une mesure en km.



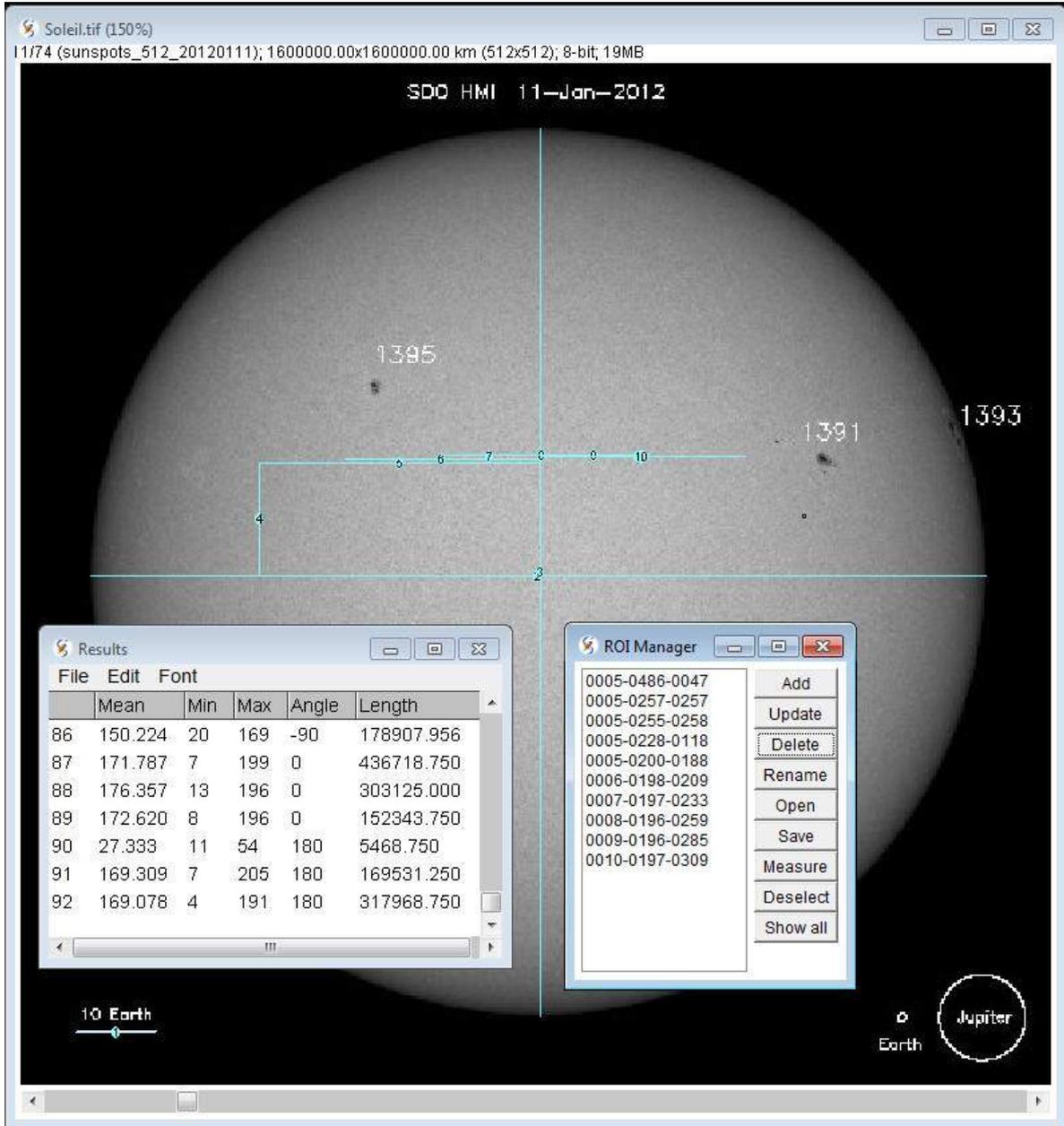
Il suffit de cliquer après chaque sélection successivement sur le bouton **add** puis **measure** de ROI manager pour obtenir l'ensemble des mesures souhaitées.



D'après le cliché ci-dessus en date du 5 janvier 2012, la valeur m associée à la longitude, notée 4 dans le tableau ci-dessus, est de $m = 433123$ km et la valeur associée à la latitude, notée 5 dans le tableau ci-dessus, est de $L = 171\,791$ km.

En appliquant la relation mathématique du schéma de la situation de la page précédente, on en déduit que les coordonnées de la tache sont $14,28^\circ$ pour la Latitude et $-38,46^\circ$ pour la longitude.

En prenant, l'ensemble des images où l'on peut suivre l'évolution de la tache à la surface du Soleil, on peut en déduire la latitude moyenne ainsi que l'angle parcouru chaque jour ainsi que la période de rotation à la latitude donnée.



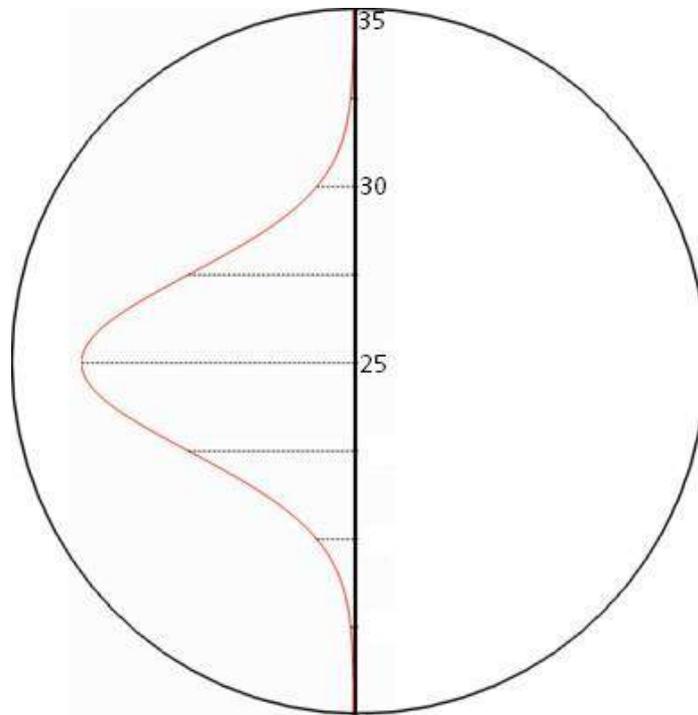
N° tache solaire	1391				
distance au méridien origine	date	angle longitude.	Latitude moyenne	angle parcouru par jour	période de révolution
-433123	05/01/2012	-38.46	14.89		
-303125	06/01/2012	-25.81	14.89	12.66	28.44
-152354	07/01/2012	-12.64	14.89	13.17	27.34
5469	08/01/2012	0.45	14.89	13.09	27.51
169531	09/01/2012	14.09	14.89	13.64	26.39
317969	10/01/2012	27.17	14.89	13.08	27.53
447657	11/01/2012	40.01	14.89	12.84	28.05
				Moyenne	27.54

Il ne vous reste plus qu'à reproduire un travail identique pour différentes taches à des latitudes différentes pour vérifier que la vitesse de rotation du soleil est différente suivant la latitude.

Les résultats que l'on obtient sont de l'ordre de grandeurs de ce que l'on trouve dans les tables. La vitesse variant de 25 à 35 j entre l'équateur et les pôles.

Ces mesures permettent de mettre en évidence que la surface du Soleil n'est pas solide mais gazeuse car ces variations sont dues entre autres à la force d'entraînement de Coriolis du fait de la rotation sur des rayons différents par rapport à l'axe du Soleil.

Sur un solide, tous les points ont la même vitesse de rotation alors que pour un corps liquide ou gazeux, il se produit une sorte de vortex les points les plus éloignés du centre de rotation ayant une vitesse de rotation supérieure aux autres suivant un gradient de vitesse.



Liens utiles :

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/>

<http://www.fr.euhou.net/index.php/le-logiciel-mainmenu-9/tlcharger-mainmenu-10>

http://astronomia.fr/2eme_partie/soleil.php

<http://www.imcce.fr/promenade/pages3/374.html>

http://bass2000.bagn.obs-mip.fr/New2003/Pages/Nadege/rot_soleil.html