

AVEC NOS ÉLÈVES

Une étude du Soleil au lycée

Bertrand Stortz, lycée Jean Moulin, Béziers

Le club d'astronomie du lycée Jean Moulin est équipé du matériel mis à sa disposition pour une période de 3 ans dans le cadre de l'opération « Science à l'École » en particulier d'un télescope et d'un appareil de photo numérique (APN). L'article qui suit décrit des manipulations réalisées par les élèves avec ce matériel.

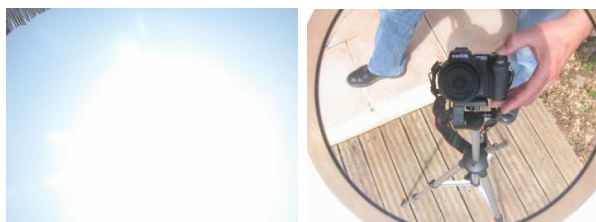
Depuis septembre 2010, un atelier scientifique s'est mis en place au lycée Jean Moulin de Béziers (Hérault) autour de l'astronomie suite à la dotation par l'opération « Sciences à l'École¹ » d'un télescope Schmidt-Cassegrain de 8 pouces motorisé, d'une caméra CCD et d'un filtre solaire pleine ouverture.

Un groupe d'élèves motivés se retrouve donc 2 heures par semaine en classe pour découvrir l'astronomie. On organise également environ une fois par mois quand le temps le permet une soirée d'observation dans l'enceinte de l'établissement.

Nous essayons de faire découvrir un maximum de choses dans le domaine de l'astronomie pendant les séances nocturnes et diurnes ; dans cet article, c'est le travail réalisé autour du Soleil au cours de ces trois années qui vous est présenté, avec des lycéens mais également auprès de classes de primaire.

Pas si gros que ça en apparence...

Lorsque l'on demande aux élèves de tout âge de représenter le Soleil, c'est en général une forme ronde dardée de rayons en forme étoilée qu'ils nous proposent. C'est le passage de la lumière à travers l'atmosphère terrestre et le cristallin de l'œil qui est responsable de cette « fausse » image du Soleil.

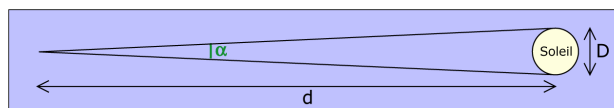


À gauche, vue du Soleil à l'APN sans filtre. À droite, à travers le filtre pleine ouverture, on voit principalement le reflet du photographe.

Aussi lors de notre première observation diurne, les élèves commencent toujours par passer les uns après les autres sous le filtre solaire en direction du

Soleil. Les premiers commentaires sont souvent : « Mais il est où le Soleil ? Je ne vois que mon reflet... ». Puis une petite boule orange attire leur attention, ils viennent de voir pour la première fois, la forme et la taille apparente du Soleil.

Depuis la Terre, un objet n'est pas défini par son diamètre en mètres mais par son diamètre apparent, c'est-à-dire l'angle sous lequel on le voit. En effet, le Soleil a beau avoir un diamètre D de près de 1,392 millions de kilomètres, il est situé à une distance d de 149,6 millions de kilomètres. Son diamètre apparent α est tel que : $\tan \alpha = D/d$



On en déduit que le diamètre apparent du Soleil est $\alpha = 0,0093$ rad soit $0,53^\circ$

Si cette donnée numérique n'a pas de signification pour les élèves, la comparaison avec celui de la Lune en a une. Car, à la question « de la Lune et du Soleil qui est le plus gros ? », la réponse est sans appel : le Soleil bien sûr...



Les deux photos ci-contre ont été réalisées le même jour dans les mêmes conditions de grossissement : zoom optique $\times 2$ et zoom numérique $\times 4$. Comparer les tailles vous verrez que les deux astres ont quasiment le même diamètre apparent.

Pourtant les diamètres apparents sont sensiblement les mêmes, c'est d'ailleurs l'origine de la possibilité des éclipses totales et annulaires de Soleil.

¹ www.sciencesalecole.org



Tiens, des taches noires....

Lorsque leurs yeux s'habituent derrière le filtre, les élèves s'interrogent sur la présence de poussières sur le filtre ou de points noirs sur le Soleil et, dès lors qu'ils s'aperçoivent que ça bouge avec le Soleil, ils observent les fameuses taches solaires observées par Galilée en 1610. Les clichés pris à travers le filtre en zoomant permettent de figer l'activité du Soleil. Pour avoir un aperçu plus intéressant, on passe derrière le télescope.



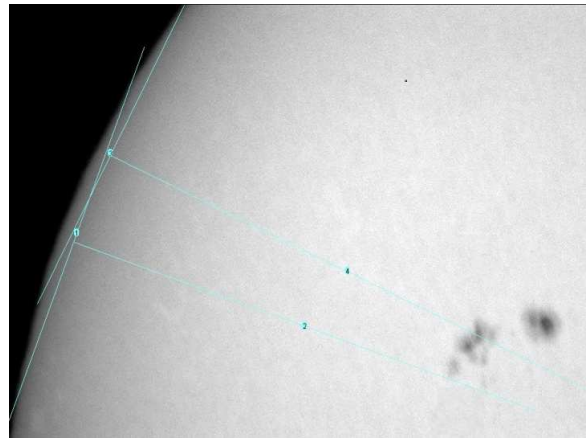
Le Soleil à l'APN au foyer du C8 en mars 2012.



Le Soleil avec une caméra CCD barlow x2 au foyer du C8 en mars 2010.

Sur le cliché de mars 2010, les élèves ont voulu déterminer la taille de la tache solaire la plus grosse. Le problème qu'ils ont dû résoudre est celui de l'échelle. Comment faire pour y parvenir ? Nous avons donc fait, comme les premiers astronomes, appel à la géométrie...

La médiatrice d'une corde passe par le centre du cercle ; si on en trace deux, on obtient la position du centre du Soleil ; connaissant le rayon du Soleil, on dispose d'un repère d'échelle. Il ne reste plus qu'à utiliser la règle de trois...



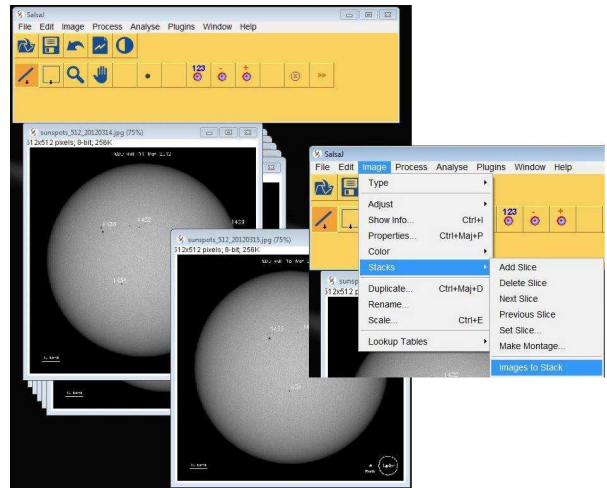
Le rayon du soleil étant de 696 000 km environ (13 cm ici), on trouve que la taille de la tache (5 mm ici) est de 26 800 km soit 2,5 fois la taille de la Terre...

Les taches sont la conséquence de l'activité magnétique du Soleil, on peut donc suivre le cycle solaire mais cela n'a pas été entrepris au niveau de nos travaux. Mais ces taches ont permis de mettre en évidence une autre propriété du Soleil.

Et le Soleil, il tourne lui aussi...

En effet, certains élèves se sont interrogés sur le fait de savoir si le Soleil avait lui aussi comme la Terre, une rotation autour de son axe. Malheureusement, les contraintes matérielles et météo ne nous ont pas permis de suivre l'évolution des taches de manière rigoureuse.

Toutefois, sur Internet, la NASA via le satellite SOHO nous offre la possibilité de suivre le Soleil une fois par jour en réalisant depuis le 20 janvier 2006 un cliché par jour².



Copies d'écran du logiciel Salsa que nous avons utilisé.

² SoHO, Solar and Heliospheric Observatory, conçu par l'ESA et la NASA, a pour objectif d'observer le Soleil en permanence.

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

Nous avons ainsi téléchargé les trois premiers mois de l'année 2012, et en utilisant le logiciel SalsaJ développé par Eu-HOU³, nous avons réalisé une vidéo visible sur Internet⁴ où l'on peut suivre la rotation du Soleil sur trois mois.

Pour réaliser cette vidéo, voilà comment procéder :

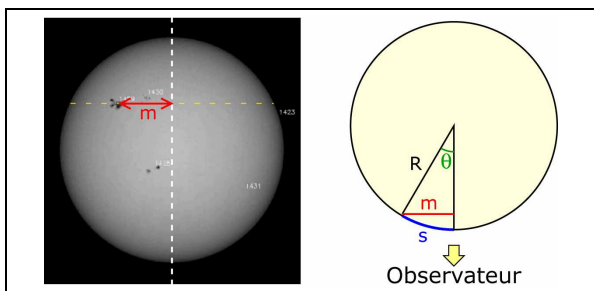
1. ouvrir les images en sélectionnant toutes.
2. il faut à présent les empiler avec la fonction image → Stacks → images to stack.
3. enfin dans le menu images → stacks → animation options en réglant 5 images par secondes on arrive au résultat.

Remarque : les images de SOHO sont corrigées de l'inclinaison de l'axe du Soleil.

À partir du stacking réalisé (empilement d'images), on peut étudier la rotation du Soleil en fonction de la latitude par rapport à l'équateur solaire.

Nous avons donc encore fait un peu de géométrie afin de tenir compte du fait que l'image est plane alors que le Soleil est quasiment sphérique. À l'aide de SalsaJ, nous avons défini une échelle en utilisant celle des images de SOHO.

Sur les images on réalise la mesure m donnant la position de la tache par rapport au diamètre vertical de la photo et à l'équateur. On en déduit avec la trigonométrie, la latitude et la longitude de la tache.



Puis sachant que l'abscisse curviligne s le long d'un cercle est proportionnelle à l'angle au centre θ tel que $s = R \times \theta$, on détermine la distance parcourue par la tache solaire par jour en fonction de sa latitude.

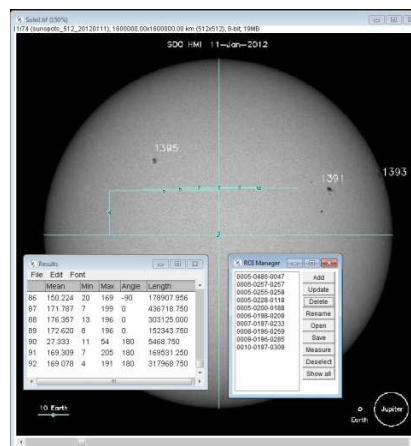
N° tache	1391				
« distance à l'axe »	date	angle longitude	Latitude moyenne	angle par jour	période rotation
-436719	05/01/2012	-38.84	14.89		
-303125	06/01/2012	-25.81	14.89	13.04	27.6
-152354	07/01/2012	-12.64	14.89	13.17	27.3
5469	08/01/2012	0.45	14.89	13.09	27.5
169531	09/01/2012	14.09	14.89	13.64	26.4
317969	10/01/2012	27.17	14.89	13.08	27.5
447657	11/01/2012	40.01	14.89	12.84	28.0
				Moyenne	27.4

³ www.fr.euhou.net EU-HOU

⁴ http://www.dailymotion.com/video/xqqhnp_rotation-du-soleil-2012_webcam#.UcS2EpwQevk

Nous avons procédé ainsi avec différentes taches solaires à différentes latitudes et obtenu les résultats suivants :

N° tache	1389	1391	1395	1396	1416	1419	1428
latitude	-16,0	14,9	25,2	30,8	-10,9	34,8	9,6
période de rotation	28,5	27,4	29,6	32,5	28,5	32,7	27,5



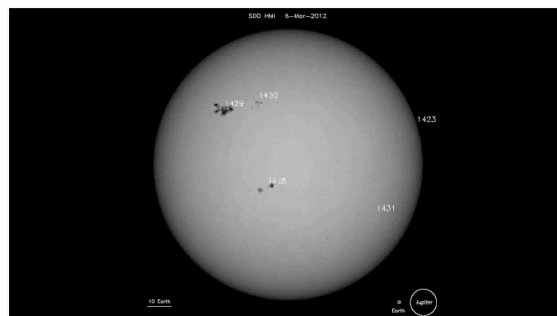
Étude de la rotation au niveau de la tache 1391

On retrouve ici des valeurs assez proches de celle que l'on peut trouver sur le Net. En faisant une extrapolation de ces résultats, on retrouve que la période de rotation du Soleil⁵ au niveau de l'équateur est de l'ordre de 25 jours.

La surface du Soleil présente donc des périodes de rotation différentes, elle n'est donc pas solide comme la Terre mais gazeuse.

Pour conclure

Voici donc les résultats du travail réalisé autour du Soleil dans le cadre du Club Astronomie du Lycée Jean Moulin de Béziers. Cette année, nous nous sommes dotés, grâce à la participation du Foyer Socio-Éducatif, d'une lunette PST Coronado qui nous a permis de voir les magnifiques protubérances solaires de quelques milliers de kilomètres au-delà de la surface du Soleil. Cependant nous n'avons pas encore réussi à réaliser des clichés, ce sera l'un des objectifs des années à venir.



Une des images de SOHO que l'on trouve dans la vidéo

⁵ On mesure ici la période de rotation synodique du Soleil vu par SOHO positionné entre la Terre et le Soleil.