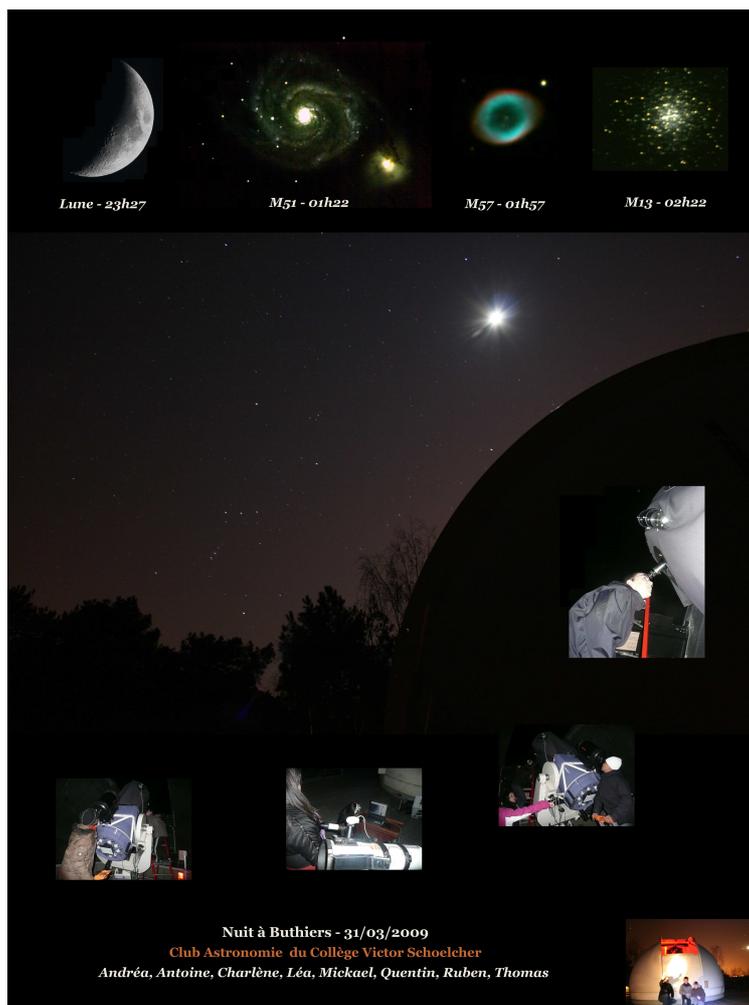


Mesure de tailles dans l'Univers

Collège Victor Schoelcher, Torcy (77)



Elèves

| | |
|---|-------------------------------------|
| ANDRIAVAHИ Michael (6 ^{ème} A) | RENUCCI Thomas (6 ^{ème} A) |
| ALLIBERT Quentin (6 ^{ème} B) | RIOU Charlène (6 ^{ème} B) |
| LAURENT Antoine (6 ^{ème} B) | SOMMA Andréa (6 ^{ème} B) |
| MAMERI Léa (6 ^{ème} B) | TABARE Ruben (6 ^{ème} A) |

Enseignant : M. Bareilles, professeur de physique-chimie

Suiveur : Shan Yao

Table des matières

| | |
|---|----|
| Mesure de tailles dans l'Univers | 1 |
| Collège Victor Schoelcher, Torcy (77) | 1 |
| Elèves | 1 |
| Enseignant : M. Bareilles, professeur de physique-chimie | 1 |
| Suiveur : Shan Yao | 1 |
| Présentation du projet | 3 |
| Résumé du projet | 3 |
| Objectifs du projet | 3 |
| Déroulement du projet | 4 |
| Sensibilisation et Questions | 4 |
| 1ère soirée d'observation : 18/11/2008 | 4 |
| 2^{ème} soirée d'observation : 06/01/2009 | 4 |
| 3^{ème} soirée d'observation : 10/03/2009 | 5 |
| Explication de la méthode | 6 |
| La Mission | 6 |
| Présentation de l'observatoire | 6 |
| Déroulement de la mission | 7 |
| Résultats des mesures ou observations | 9 |
| Exploitation des résultats | 10 |
| Conclusion | 11 |
| Résultats | 11 |
| Incertitude des mesures | 12 |
| Avis des jeunes | 13 |
| Avis de l'enseignant – Remerciements | 13 |
| Prochains projets envisagés | 13 |

Présentation du projet

Résumé du projet

A partir de questions comme « Est-ce qu'il existe des étoiles plus petites que la Terre ? » (Question de Léa) et bien d'autres, les huit élèves du club astronomie du collège Victor Schoelcher ont décidé de **mesurer la taille d'objets célestes dans l'Univers**.

Quelle est la taille des objets que l'on voit dans le ciel ? Sont-ils plus grands, plus petit que la Lune ? Que le cratère Theophilus sur la Lune ? Que la planète Saturne ? Que la nébuleuse de l'Anneau (M57) ? Que l'amas d'étoiles d'Hercule (M13) ? Que la galaxie du Tourbillon (M51) ? Que la constellation d'Orion ?

Pour s'en rendre compte les élèves ont eu pour projet de mesurer la taille de ces objets célestes. Dans un premier temps les élèves ont pris en photo ces divers objets. A partir des photos numériques, ils ont mesuré la taille en pixel de ces objets. Puis les élèves ont calculé la taille réelle de ces objets connaissant la distance qui nous sépare d'eux en utilisant la formule trouvée par Antoine (et Thalès !).

Par groupe de 2, les élèves ont choisi un de ces objets célestes et ont réalisé une page web qui présente la méthode qu'ils ont employé pour y arriver et leurs résultats.

Objectifs du projet

- mieux connaître l'Univers dans lequel nous vivons en se rendant compte des échelles.
- Apprendre à se repérer dans le ciel grâce aux constellations et aux coordonnées célestes (notion d'ascension droite et de déclinaison en analogie avec la longitude et la latitude)
- Apprendre à monter un télescope et à pointer avec ce télescope un objet dans le ciel
- Obtenir des images numériques d'objets célestes avec une webcam et un appareil photo reflex reliés au télescope et les exploiter par la suite pour mesurer la taille des objets visés
- Apprendre à se servir de logiciels pour trouver la position des objets dans le ciel (**stellarium**®), pour acquérir une image animée avec une webcam (**QCfocus**®), pour mesurer la taille sur une image (**imageJ**®), pour faire une page web (**word**®), pour traiter une image et l'insérer dans la page web (**paint**®).
- Travailler sur les unités de distances (millimètres, kilomètres, unité astronomique, année-lumière) et les échelles (création d'une maquette)
- Se servir des mathématiques (angles, multiplications, divisions, théorème de Thalès) comme outil pour se repérer dans le ciel (coordonnées), pour calculer des longueurs dans l'Univers, pour convertir des unités (unité astronomique en kilomètre par exemple)
- Apprendre à créer une page web (avec word)
- Savoir discuter des apports de son expérimentation et la comparer avec d'autres ou avec la littérature.
- Savoir envisager les causes d'erreurs. Evaluer l'incertitude des mesures. Trouver des méthodes pour minimiser les incertitudes (plusieurs mesures, puis moyenne ou médiane)

Déroulement du projet

Sensibilisation et Questions

1ère soirée d'observation : 18/11/2008

Thème : se repérer dans le ciel, les constellations (bonus : les étoiles filantes des Léonides)

Nous n'avons pas été gâtés par la météo mais nous avons eu la visite de BFM TV qui faisait un reportage sur la pollution lumineuse :

<http://monsieur.bareilles.free.fr/club-astro/presse-TV/BFMTV-23-11-2008-320pixels.wmv>



Reportage de BFM-TV sur notre club astronomie

Des questions sur la taille des objets commencent à émerger

<http://monsieur.bareilles.free.fr/club-astro/questionnement/questions-eleves-groupees.htm>

2^{ème} soirée d'observation : 06/01/2009



Observation en visuel à l'Uranoscope par -12°C mais d'après Andréa « ça valait le coup ! »

<http://monsieur.bareilles.free.fr/club-astro/sorties/uranoscope/index.html>

(pour voir toutes les photos)

Observation en visuel de la Lune et de la Nébuleuse d'Orion (M42) à l'Uranoscope de Gretz-Armainvilliers (77), avec un télescope C14 sous coupole et un télescope Newton 5 monté par les élèves en extérieur malgré un froid glacial (température = -12°C !)

Merci à Gabriel Bernard et Shan Yao de Planète Sciences et à Jehan-Christien Ferrez et à Christian Bourdeille de l'Uranoscope.

Peu de questions directement liées à l'observation. Mais beaucoup de questions annexes : <http://monsieur.bareilles.free.fr/club-astro/questionnement/questions-eleves-groupees.htm>

3^{ème} soirée d'observation : 10/03/2009

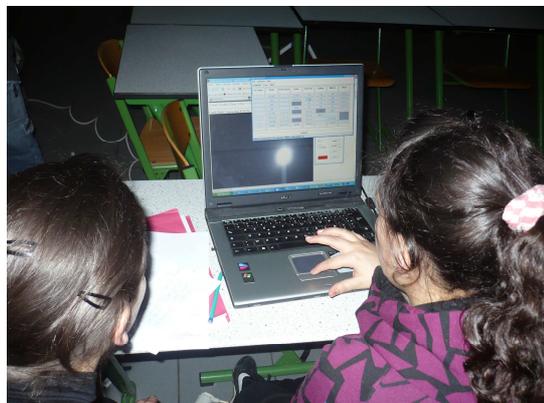
Observation à distance sur le télescope ROTAT@OHP situé en Haute-Provence en partenariat avec Pierre Baudoz, scientifique de l'Observatoire de Paris.

Les élèves avaient proposé des expériences à réaliser avec le télescope.

<http://monsieur.bareilles.free.fr/club-astro/rotat-ohp/experiences-proposees.htm>

M. Baudoz a orienté les élèves vers celles qui lui semblaient réalisables et a répondu à beaucoup de leur questions.

Les élèves ont piloté le télescope à distance mais n'ont pas pu réaliser d'image exploitable. Pas de focalisation des objets, le suivi des objets n'a pas fonctionné... On fera mieux la prochaine fois !



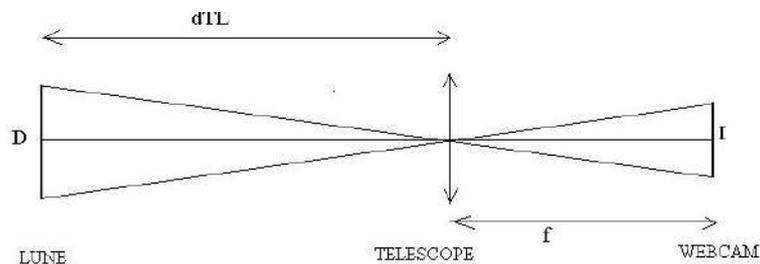
Charlène et Léa pilotent à distance le télescope ROTAT@OHP situé en Haute-Provence. Elles sont assistées par M. Baudoz de l'observatoire de Paris

Le partenariat avec M. Baudoz a aidé les élèves à finaliser leur projet : la mesure de la taille d'objets célestes dans l'Univers !

Explication de la méthode

Méthode mathématique : Thalès « papillon ».

Descriptif de la méthode (extrait de « comment mesurer la taille de cratère et de montagnes sur la Lune », Arpenter l'Univers, planète sciences) :



Soit D la distance réelle que l'on souhaite mesurer (par exemple la taille de l'ombre sur la Lune), et I la distance reporté sur l'image. D'après le théorème de Thalès on a : $\frac{D}{I} = \frac{d_{TL}}{f}$, d'où

$D = \frac{I \times d_{TL}}{f}$. Il suffit donc de mesurer I sur l'image et de le remplacer pour trouver D .

Mais sur l'image la mesure se fait en nombres de pixels N , qu'il faut ensuite convertir en mètre en multipliant par la valeur de taille d'un pixel de la webcam p . Ainsi $I = N \times p$. Dans le cas de notre mesure de cratère on a la relation :

$$D = \frac{N \times p \times d_{TL}}{f} \quad (2)$$

On applique la même méthode pour les autres objets (planètes, nébuleuses, amas, galaxies, constellations)

La Mission

Présentation de l'observatoire



Télescope Jean-Marc Salomon de Buthiers (forêt de Fontainebleau)

Déroulement de la mission



Montage du télescope Newton ; focale= 750 mm
(Charlène, Léa et Quentin)



Webcam fixée sur le télescope et détectée par
l'ordinateur portable !



Vidéo de la Lune avec la webcam
(Charlène et Léa)



Shan pointe le Télescope Jean-Marc Salomon
(TJMS) vers Saturne ; focale = 4000 mm



Quentin admire Saturne avec le TJMS !



Thomas et Ruben comptent les Satellites de
Saturne (Titan, Rhéa, Encelade et Dioné)



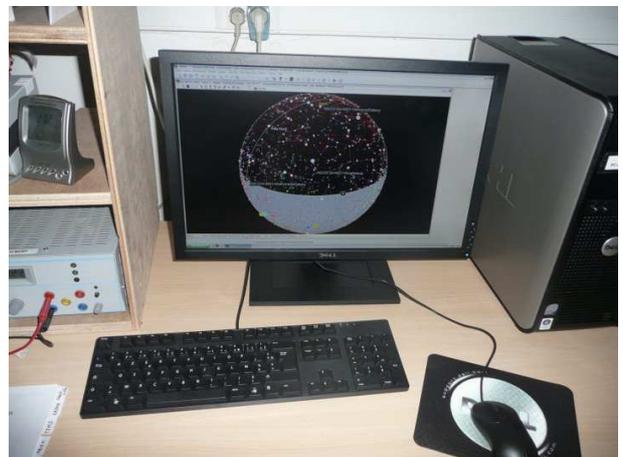
Quentin essaye en vain de faire la mise au point sur Saturne pour la prendre en photo.



On se rabat sur le télescope Newton et la webcam pour filmer Saturne mais elle apparaît beaucoup plus petite ! Une partie du club part se coucher.



Thomas et Andréa restent pour prendre comme prévu la galaxie du Tourbillon, M51 avec le TJMS. Shan, Jean-Marc, M. Bareilles, Thomas et Andréa prennent en tout 80 photos de cette galaxie.



Le TJMS pointe ensuite vers la Nébuleuse de l'Anneau, M57. Thomas et Andréa, toujours présents sont éblouis par sa beauté !



Pour terminer, l'équipe prend en photo l'amas globulaire d'Hercule, M13.



Thomas se maintient éveillé grâce à Stellarium. Le temps de tout ranger, il est 5h00 du matin !

Résultats des mesures ou observations



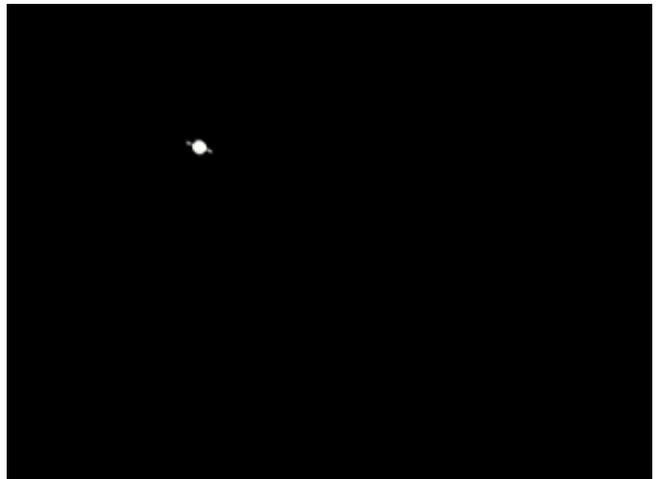
22h30 : Constellation d'Orion, La Lune et la coupole du TJMS
(Canon 400D)



23h27 : Cratère de la Lune
(Webcam, Télescope Newton)



23h27 : Mosaïque de la Lune, à partir des photos prises avec la webcam



0h13 : Saturne
(Webcam, Télescope Newton)



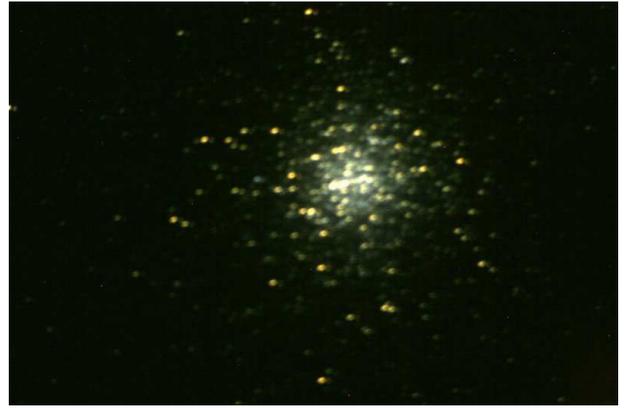
01h22 : Galaxie du Tourbillon, M51.
(Canon 30D, TJMS)
Superposition de 80 photos de 15 s.



01h57 : Nébuleuse de l'Anneau, M57.
(Canon 30D, TJMS)
Superposition de 8 photos de 15 s.



02h20 : La Lune change de couleur avant de se
coucher...
(Canon 400D - 300mm)



02h22 : Amas Globulaire d'Hercule, M13.
(Canon 30D, TJMS)
Superposition de 8 photos de 15 s.

Exploitation des résultats

Grâce au logiciel imageJ, les élèves ont pu mesurer en pixel la taille de chaque objet sur les photos précédentes.

Ils ont utilisé Stellarium ou recherché sur le web la distance entre le télescope et l'objet visé. Il a fallu qu'ils fassent des conversions (passage d'Unité Astronomique à des kilomètres par exemple).

Le principe de cette démarche est détaillé ici : <http://monsieur.bareilles.free.fr/club-astro/taille-jupiter/taille-jupiter.htm>

Conclusion

Résultats

| Objet visé | Matériel utilisé | Focale | Taille pixel | Distance Terre-Objet | Calcul de la taille de l'objet (groupes qui ont trouvé les valeurs les plus proches de la littérature) | Taille de l'objet dans la littérature |
|--|---|---------------|----------------------------|---|--|--|
| CRATERE THEOPHILUS | Webcam ToUcam philips Télescope Newton | 750 mm | 0,0112 mm (binning 2x2) | 367 936 km (obtenu par les élèves avec Stellarium) | 95 km (Thomas et Andréa) (soit 16,2 pixels sur l'image – moyenne de 5 mesures) | 101 km |
| LUNE | Webcam ToUcam philips Télescope Newton | 750 mm | 0,0112 mm (binning 2x2) | 367 936 km (obtenu par les élèves avec Stellarium) | 3477,8 km (Charlène et Léa) (630,8 pixels sur l'image – moyenne de 5 mesures) | 3474 km |
| SATURNE | Webcam ToUcam philips Télescope Newton | 750 mm | 0,0112 mm (binning 2x2) | 1 271 498 423 km (obtenu par les élèves avec Stellarium) | 119 622 km (Charlène et Léa) (soit 6,3 pixels sur l'image – moyenne de 5 mesures) | 120 536 km |
| M51 – GALAXIE TOURBILLON | APN Canon 30D TJMS | 4020 mm | 0,0064 mm | 37 000 000 a.-l. (source web) | 123 701 a.-l. (Ruben et Mickael) (soit 2100 pixels sur l'image – deux galaxies prises en compte) | 118 400 a.-l. |
| M57 – NEBULEUSE DE L'ANNEAU | APN Canon 30D TJMS | 4020 mm | 0,0064 mm | 2 300 a.-l. (source web) | 0,91 a.-l. (Thomas et Andréa) (soit 250 pixels sur l'image) | 0,9 a.-l. |
| M13 – AMAS GLOBULAIRE D'HERCULE | APN Canon 30D TJMS | 4020 mm | 0,0064 mm | 25 100 a.-l. (source web) | 151 a.-l. (Antoine et Quentin) (soit 3780 pixels sur l'image) | 145 a.-l. |
| Constellation d'Orion (de Bételgeuse à Rigel) | APN Canon 400D | 18 mm | 0,00571 mm | 500 a.-l. (source web) | Non réalisé (faute de temps) | 162 a.-l. |

Nous n'avons pas eu suffisamment de temps de comparer pleinement les objets entre eux, ni de faire une maquette comme c'était initialement prévu.

Les élèves ont, en revanche, réalisé une page web pour présenter leurs résultats :

<http://monsieur.bareilles.free.fr/club-astro/pages-web-tailles/distances-tailles.htm>

Incertitude des mesures

Au début, nous avons une grande erreur sur les mesures obtenues avec la webcam (environ un facteur 2). Jean-Michel, qui nous a aidé à monter le télescope et la webcam, nous a fait remarquer que la résolution avait été diminuée par 2 en hauteur et largeur lors de la prise de vue (**effet binning**). Au lieu de 640*480 pixels, nous avons 320*240 pixels ! Nous avons donc du en tenir compte pour les calculs (la taille des pixels a du être multipliée par 2).

Cette correction faite, dans un premier temps, certains groupes d'élèves ont obtenu des erreurs de l'ordre de 20% sur le cratère Theophilus (82 km au lieu de 101 km).

Pour augmenter la précision des mesures, ils ont réalisé **5 mesures** de la taille de l'image en pixel qu'ils ont **moyennées**. L'erreur était moindre dans ce cas (6% pour le « meilleur » groupe).

La difficulté pour mesurer avec précision la taille de ce cratère pourrait également provenir de la **turbulence** qui déforme le cratère au moment de la photo.

Pour les autres objets, la précision est de quelques pourcents, mais pour ces objets lointains et diffus la limite des objets n'étant pas simple à définir, les écarts pourraient être beaucoup plus importants...

Avis des jeunes

Les élèves ont été très motivés et intéressés, tout au long du projet. Ils ont posé des centaines de questions et ont obtenu des réponses.

Ils ont trouvé que Shan et Gabriel étaient sympas ainsi que les autres personnes qui ont participé au projet ou à la sensibilisation (Jehan-Chrétien, Jean-Marc, Jean-Michel)

Ils sont fiers de ce qu'ils ont réussi. Comme de manier les molettes du télescope pour suivre le déplacement de la Lune. D'avoir pu observer les cratères de la Lune. Ils ne sont pas revenus de voir un avion passé dans le champ du télescope au moment où ils observaient la Lune ! « Dommage qu'on n'était pas en train de filmer ! »

Certains ont adoré regarder leur photo de la galaxie M51 alors que d'autres ont préféré la nébuleuse M57.

Ils ont particulièrement apprécié la Base de Loisirs de Buthiers et auraient aimé y passer plus de temps.

Avis de l'enseignant – Remerciements

Nos objectifs ambitieux ont pleinement été atteints.

C'est du en grande partie à l'expertise astronomique de Shan et Gabriel que je remercie sincèrement. Ils m'ont énormément appris pour cette première expérience d'astronomie. Merci à l'association Planète Sciences en général pour leur support technique et logistique. Merci à Christian Bourdeille et Jehan-Chrétien Ferrez pour nous avoir accueilli « chaleureusement » à l'Uranoscope.

Je remercie la mairie de Collégien et le collège pour leur participation financière généreuse.

Je remercie également les parents d'élèves qui se sont portés volontaires pour accompagner les élèves lors des sorties.

Prochains projets envisagés

Nous renouvelons l'aventure l'année prochaine avec de nouveaux élèves de 6^{ème}. Le projet étant défini par les élèves, nous ne pouvons pas en dire plus pour l'instant ...