

FONDATION CgENial



RÉGION ACADÉMIQUE
OCCITANIE

MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION NATIONALE
MINISTÈRE
DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR,
DE LA RECHERCHE
ET DE L'INNOVATION

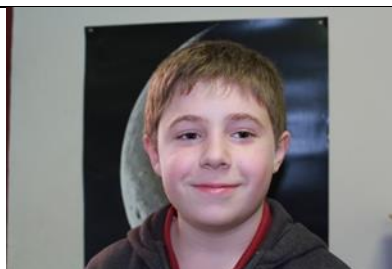


QUELLE EST LA PLACE DE L'HOMME DANS L'UNIVERS ?

Sciences à l'École



Les membres du Club Astro Saint Jo ainsi que leurs soutiens et partenaires.



1. Léon Carrade 6°



2. Combes Violette 5°



3. Célia Jalfre 5°



4. Paul Pezet 5°



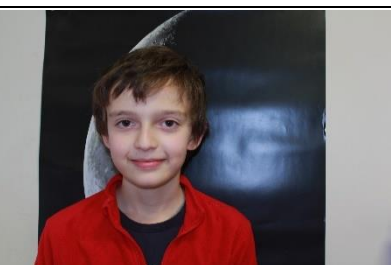
5. Arthur Magnaval 5°



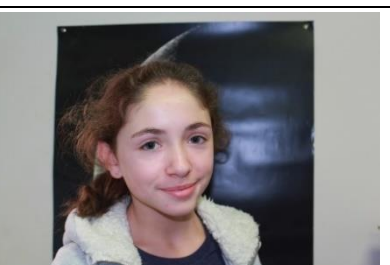
6. Roxane Badji 5°



7. Roman Roques-Cluzel 5°



8. Robin Ribaute 5°



9. Cyrielle Kafadaroff 5°



10. Bastien Malbert 5°



11. Corentin Sanchez 5°



12. Carla Thibaud 5°



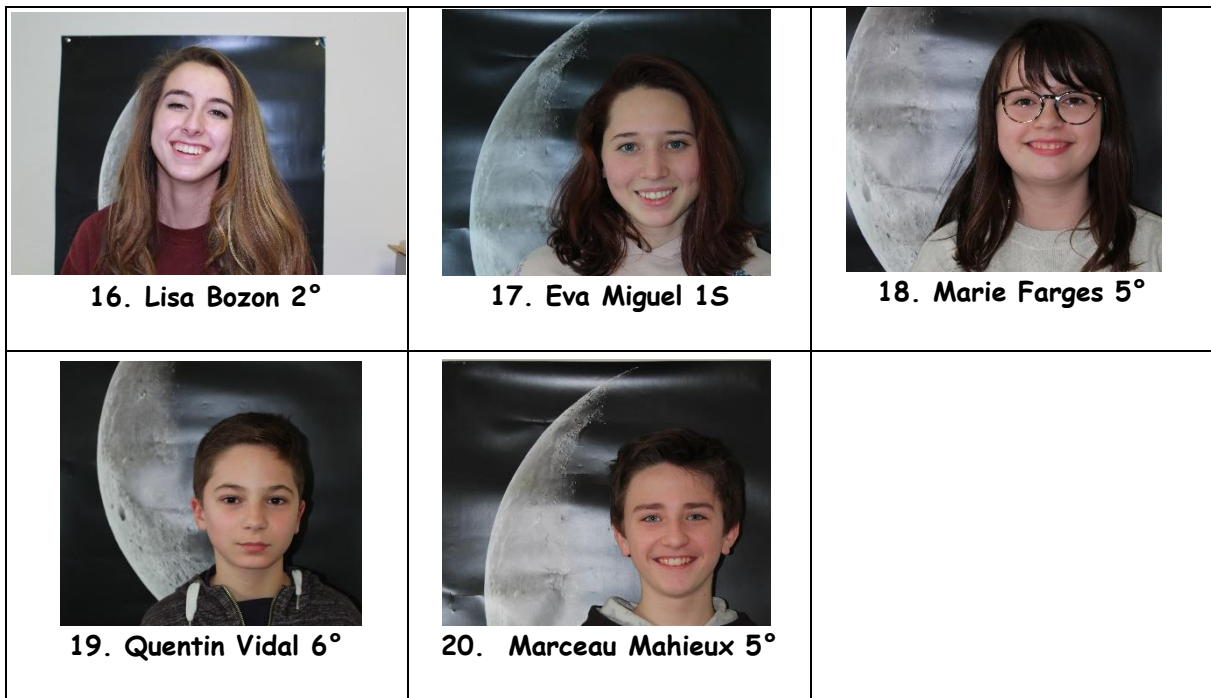
13. Héroïse Pezet 4°



14. Inès Cassaigne 2°



15. Louis Pezet 2°



Contribuant à la réussite de ce projet :

Enseignants

- Caroline Siret : professeure de philosophie.
- Isabelle Imbert : professeure de philosophie.
- Olivier Gayrard : professeur de science physique.

Intervenant

Frédérique Pitout : enseignant chercheur à l'IRAP.



Figure 1 : Frédéric Pitout se prête au jeu des questions réponses. Nous l'en remercions encore.

Nous remercions aussi nos partenaires.

- **Iris : télescope pilotable à distance, pour l'imagerie.**



Figure 2 : Le tube optique avec les pétales de protection du miroir primaire ouvertes.

D'après <http://iris.lam.fr/le-telescope-2/le-telescope/>

Soirée du 25 septembre 2017 annulée pour cause de mauvaises conditions météorologiques.

A suivre une seconde chance le 21 mars 2018.

- **Ville de Gaillac.**



Prêt de la salle des spectacles de Gaillac pour l'exposition.

- **Astro à l'école.**



Prêt des télescopes et de l'APN défiltré qui nous ont permis les observations.

L'Homme fait souvent preuve d'égoïsme, et se croit au centre de l'Univers. Mais qu'en est-il pour de vrai ? Occupons-nous une place particulière dans notre galaxie ? Quels moyens aujourd'hui nous permettra de le savoir ? Et qu'en pensaient les Hommes avant l'époque moderne ?

Voici la problématique choisie cette année dans notre club astro. Comme M Gayraud tient à ce que tout travail soit utile, nous décidons que notre travail sera présenté lors d'une exposition, filmé et mis sur notre site YouTube.



Figure 3 : l'affiche de notre exposition par Eva.

Premières recherches

La première hypothèse proposée a été celle du géocentrisme. La Terre était placée au centre de l'Univers. Cette hypothèse date de l'antiquité.

Puis une seconde hypothèse a été proposée : l'héliocentrisme. Elle place au centre de notre système solaire notre Soleil. C'est cette hypothèse qui a été le plus longtemps enseignée.

Nous avons voulu en savoir davantage sur l'évolution de ces idées. Nous avons donc fait des recherches puis par groupes nous avons fait des brouillons de nuages de mots sur :

- Le ciel de la préhistoire à la Grèce antique.
- L'astronomie dans la Grèce antique.
- L'astronomie de la renaissance au siècle des lumières.
- L'astronomie à l'époque contemporaine.

Nous avons présenté nos brouillons à Mme Isabelle Imbert, professeure de philosophie.

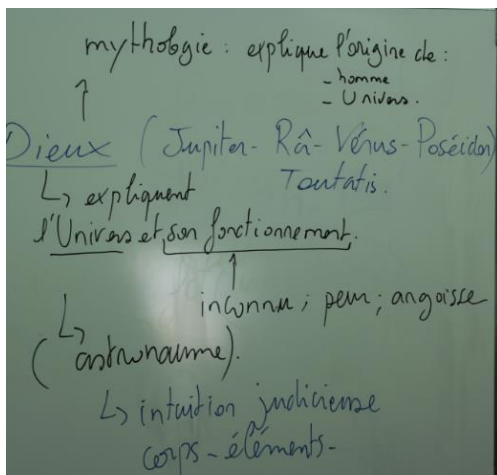


Figure 4 : Mme Imbert expliquant le passage d'un Univers expliqué par la mythologie à celui d'un Univers expliqué par la raison.

Ce premier travail a débouché sur ces quatre nuages de mots qui seront exposés.



Figure 5 : Le ciel de la préhistoire à la Grèce antique.

Un point d'interrogation.

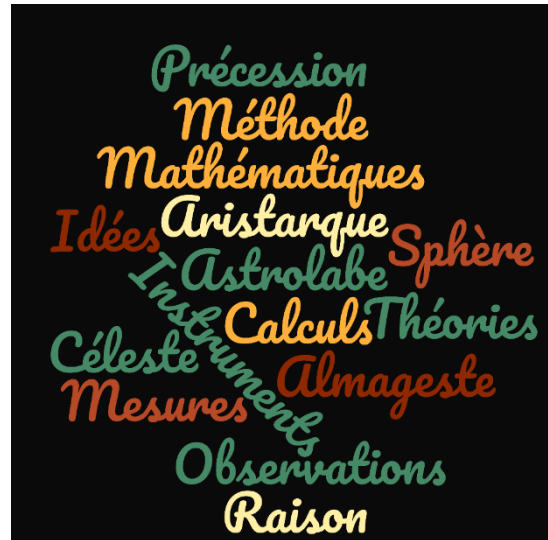


Figure 6 : La Grèce antique.

Dans une sphère.



Figure 7 : La Renaissance.

Le buste d'un « Grand Homme ».

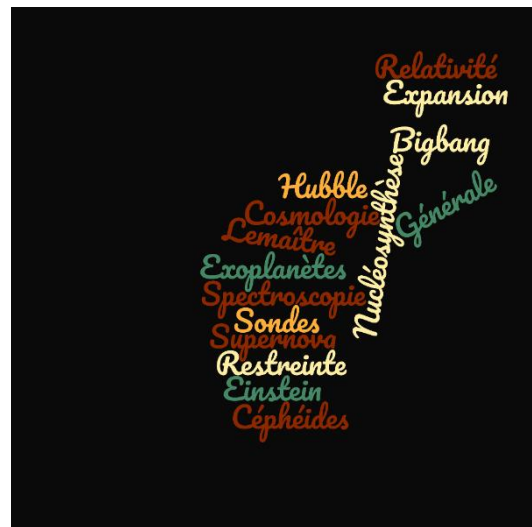


Figure 8 : Epoque contemporaine.

Un chat. Nous sommes les frères des bêtes sauvages et les cousins des coquelicots des champs. » Trinh Xuan Thuan.

Luminosité et distance

Pour savoir où nous sommes, il faut commencer par observer.



Figure 9 : Les élèves du Club Astro Saint Jo présents lors de la sortie du 13 octobre. Objectifs Messier 13 et 15.

La soirée a été préparée avec le logiciel Stellarium.



Figure 10 : On reconnaît la Grande Ourse, avec l'étoile Phad qui est pointée.

Lisa éperonne le plantigrade céleste.

Compte rendu de la sortie sur :

<https://www.saint-joseph-gaillac.com/spip.php?article512>

Où sommes-nous dans notre galaxie ?

Pour le savoir, observons cette photographie prise par notre club astro l'année dernière.



Figure 11 : IC 5146

Nous observons qu'il y a une nébuleuse et de nombreuses étoiles. Certaines sont plus brillantes que d'autres.

Célia propose l'hypothèse suivante : « Je pense que les étoiles sont toutes les mêmes et brillent toutes avec la même intensité lumineuse ».

Attention, cette hypothèse sera par la suite invalidée !

Recherchons comment l'intensité lumineuse varie avec la distance.

Pour cela expérimentons.

Protocole :

- Modéliser une étoile par une lampe.
- Mesurer l'intensité lumineuse avec un luxmètre (en lux) pour plusieurs positions.

- Mesurer la distance lampe luxmètre.

Distance (m)	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
Intensité lumineuse (lux)	320	83	37	22	16

Nous interprétons que lorsque nous sommes 2 fois plus loin, nous voyons 4 fois moins de lumière.

$$0,5 * 2 = 1,0 \quad ; \quad 83 * 4 = 332.$$

De même, lorsque nous sommes 3 fois plus loin, nous voyons 9 fois moins de lumière.

$$0,5 * 3 = 1,5 \quad ; \quad 37 * 9 = 333.$$

Les résultats sont moins bons pour les autres valeurs peut-être parce que la pièce n'était pas tout à fait noire, ou le capteur trop peu précis.

Nous pouvons alors conclure que la lumière se propage sur une sphère.

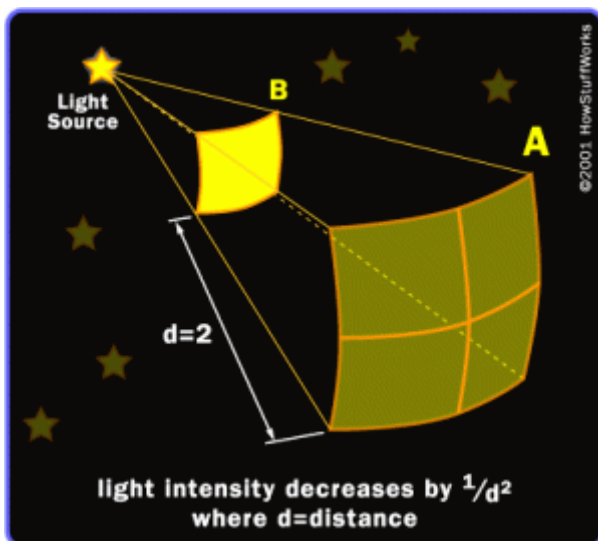


Figure 12 : <http://www.theoryscience.org/cosmology/olbers-paradox/>

Avec cette hypothèse, si nous voyons des étoiles briller plus que d'autres, c'est qu'elles sont plus proches de nous. A l'inverse, si nous voyons des étoiles briller faiblement, c'est qu'elles sont plus loin de nous.

Lors de notre sortie astronomique du 13 octobre, comme sur le logiciel Stellarium, nous observons qu'il y a autant d'étoiles très brillante d'un côté comme de l'autre du ciel. De même pour les étoiles un peu moins brillantes et ainsi de suite.

Ceci n'est possible que si nous sommes au centre de notre galaxie, (figure 13).

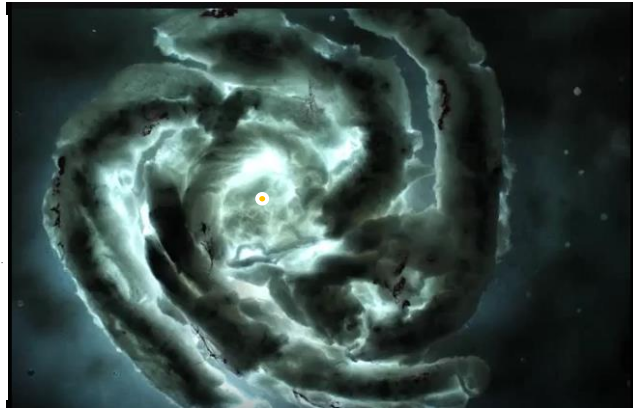


Figure 13 : maquette faite par le club astro présentant quelques caractéristiques de notre Galaxie. Le Soleil est représenté au centre.

Vue vers une direction.

Vue vers l'autre direction.

Si nous étions sur un bord, nous verrions d'un côté peu d'étoiles, mais brillantes, et de l'autre beaucoup d'étoiles, des brillantes et d'autres moins lumineuses.

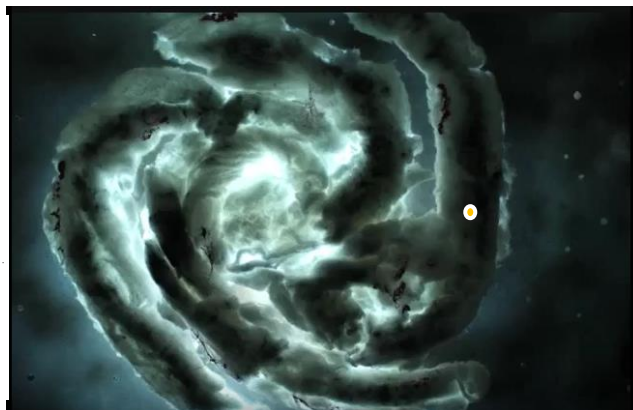


Figure 14 : Le Soleil est représenté au bord.



Dans la revue Cahier Clairaut n°159, nous avons trouvé les informations suivantes.

« En 1785, William et sa sœur Caroline Herschel, observent plusieurs zones de la Voie Lactée. Ils supposent que les étoiles ont toutes la même luminosité et déduisent leur distance de leur éclat apparent. La Voie Lactée apparaît à Herschel comme une meule de grès centrée sur le Soleil ».

Figure 15 :
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:W.Herschel,_C.Herschel.png

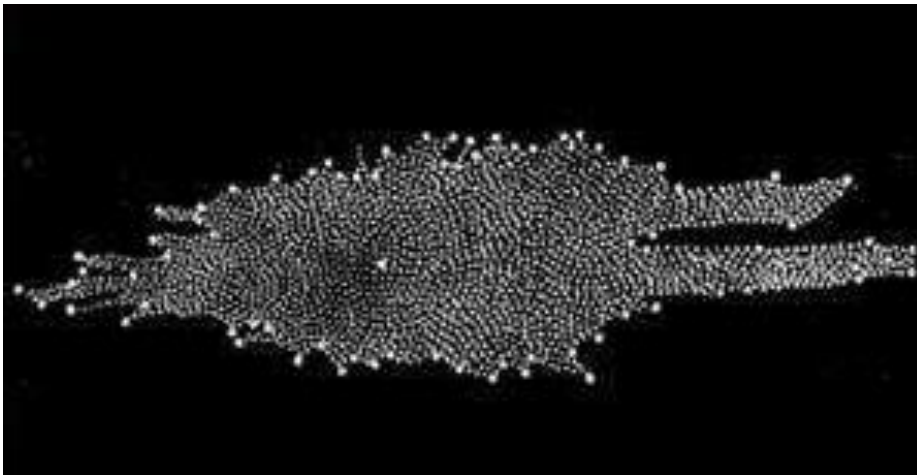


Figure 16 : Voie Lactée vue par Herschel.
<http://astrosurf.com/toussaint/dossiers/lesgalaxies/galaxies01.htm>

Mais les étoiles brillent-elles vraiment toutes de la même façon ?

Couleur et température des étoiles.

Les étoiles sont-elles vraiment toutes les mêmes ?

Lors de notre soirée d'observation, nous avons constaté que les étoiles avaient une couleur. Nous savons que celles-ci, comme notre soleil, produisent de la lumière grâce à la chaleur, (phénomène d'incandescence). D'où notre questionnement :

Est-ce que la couleur des étoiles dépend de leur température ?

Nous sommes donc partis d'une lampe à incandescence et avons émis l'hypothèse suivante. Nous pensons que plus les étoiles sont rouges, plus elles sont froides.



Figure 17 : simulation d'une étoile.

Nous avons réalisé ce protocole.

- Faire varier la puissance électrique du générateur qui alimente l'ampoule.
- Décomposer avec un réseau ou un prisme la lumière passant par une fente étroite.

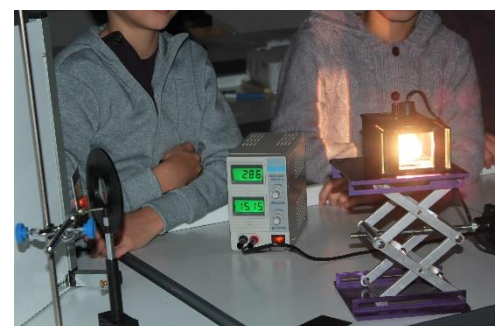


Figure 18 : prisme ou réseau, lentille et écran blanc.

Voici nos observations.



Figure 19 : variation de la couleur de la lumière émise suivant la tension d'alimentation (3 V puis 12,2 V) et donc de la température.

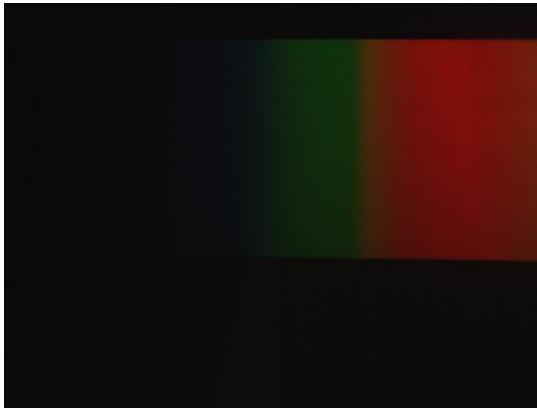


Figure 20 : Spectre sous 3,0 volts. Photo O. Gayraud

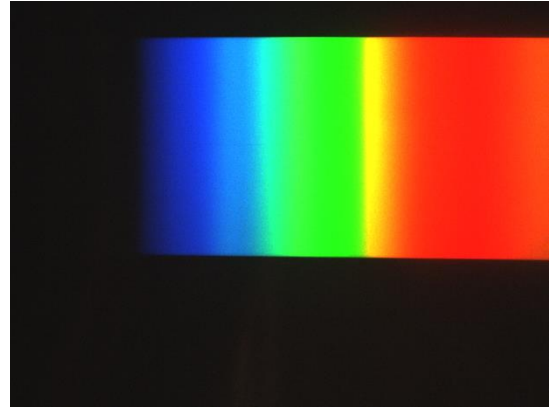


Figure 21 : Spectre sous 12,2 volts. Photo O. Gayraud

Quand la lampe éclaire beaucoup, il y a toutes les couleurs de l'arc-en-ciel dans son spectre. Quand on baisse l'intensité de la lumière, la lampe devient moins chaude et la lumière produite contient plus de lumière rouge, un peu de lumière verte et très peu de lumière bleue.

Nous pouvons donc en conclure que les étoiles rouges sont « froides ». Notre hypothèse est validée. Au contraire, les étoiles les plus chaude sont bleues.

Nous avons trouvé sur internet les exemples suivants.

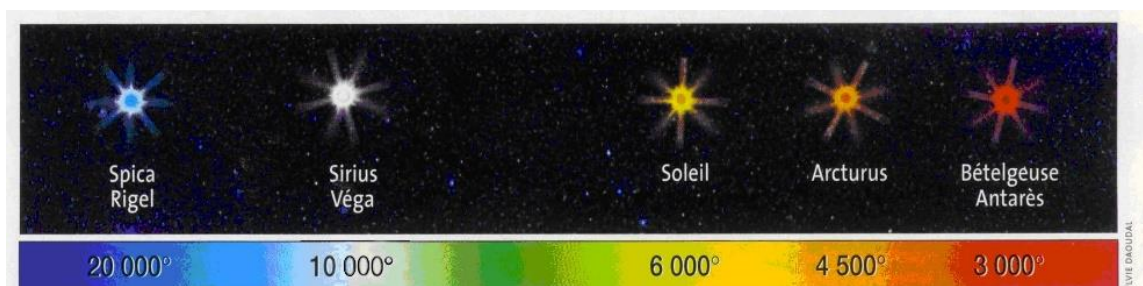


Figure 22 : <https://physiquechimieedgarpoe.files.wordpress.com/2010/10/hubert-reeves2.jpg>

Donc les étoiles ne sont pas toutes les mêmes, et elles brillent de différentes façons. Le travail d'Herschel qui imagine la Voie Lactée comme une meule de grès centrée sur le Soleil est invalidé.

Un peu d'astrophysique

Nous allons avoir besoin maintenant de notions d'astrophysique. M Gayrard nous a préparé des documents que nous devons résumer. Les voici.

La magnitude apparente

Historiquement, les étoiles visibles à l'œil nu furent classées en 6 groupes de luminosité appelés magnitude. Le classement, inventé par l'astronome grec Hipparque en 120 avant l'ère chrétienne tient toujours, certes sous une forme révisée. Hipparque donna aux étoiles les plus brillantes la magnitude 1, et aux étoiles les plus faibles la magnitude 6.

Actuellement, la lumière est collectée par de gigantesques miroirs, comme par les télescopes du VLT, (Very Large Telescope), dans le désert de l'Atacama au Chili, ou par le télescope spatial Hubble. Cette lumière est ensuite analysée par des instruments des milliards de fois plus sensibles que l'œil humain.

La magnitude apparente, notée m , revient à mesurer combien une étoile nous paraît brillante vue de la Terre. Au lieu de la définir comme un nombre de photons « tombant » depuis l'étoile dans nos télescopes, elle est calculée relativement à la magnitude d'une étoile de référence. Par convention, la magnitude de l'étoile Véga vaut zéro. Ceci se traduit par la formule suivante :

$$m = m_{\text{réf}} - 2,5 \log (I / I_{\text{réf}})$$

Le facteur « 2,5 », servant à faire correspondre cette échelle avec l'échelle historique d'Hipparque.

Voici quelque exemple :

Magnitude du Soleil : - 26,7.

Magnitude de la Lune : -12,6.

Magnitude de l'étoile polaire : 2.

Magnitude limite de l'œil nu : 6.

Magnitude limite des jumelles : 10.

Magnitude limite de Hubble : 30.

La magnitude absolue

Pour trouver la magnitude, non plus relative, mais absolue, il faut se fixer un point de repère nous permettant de comparer objectivement toutes les étoiles. Nous avons en classe expérimenté en observant les éclats de deux lampes différentes. Pour savoir laquelle des deux brille le plus, il faut obligatoirement les placer toutes deux à la même distance de notre œil. De la même façon, les magnitudes absolues des étoiles, notées M , sont alors définies comme les magnitudes relatives qu'auraient ces étoiles si elles étaient toutes à la même distance de la Terre, (ou du Soleil, ce qui est égal, vue les distances). Par convention, cette distance de référence est prise égale à 10 parsecs, soit 32,6 années-lumière.

L'indice de couleur

Souvenons-nous que ce n'est plus l'œil qui détecte la lumière, mais des caméras qui mesurent la magnitude. Souvenons-nous aussi que pour déterminer la température d'une étoile, il faut regarder sa couleur. Or, une étoile froide, (3000 °C), brillera davantage dans le rouge. Donc sa magnitude dans le rouge sera bien plus petite que dans le bleu par exemple.

L'idée, pour déterminer la couleur d'une étoile est alors la suivante. Il faut prendre deux photos à travers des filtres colorés différents, par exemple bleu et vert. Puis mesurer la magnitude de l'étoile dans le bleu, (noté B), puis dans le vert, (noté V). Enfin, il faut calculer la différence B - V, (appelé indice de couleur).

Ainsi, une étoile rouge-orangée, comme Bételgeuse dans Orion à un indice de couleur B-V de 1,52.

Une étoile d'un blanc pur, B-V = 0,2 environ.

Et une étoile bleutée a un indice de couleur négatif. Par exemple B-V = - 0,2 pour Bellatrix dans Orion.

Nous avons expérimenté cela en observant des diodes électroluminescentes, (DEL) à travers différents filtres.

Dans la suite de notre projet, nous utiliserons des photos prises avec le télescope pilotable à distance Iris, qui utilise des filtres standardisés pour l'astronomie.

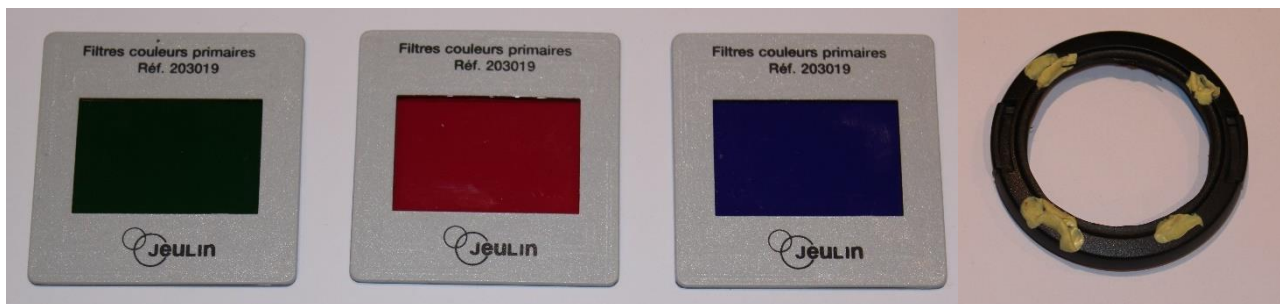


Figure 23 : filtres vert bleu et rouge avec le cache de l'appareil photo découpé pour positionner les filtres.

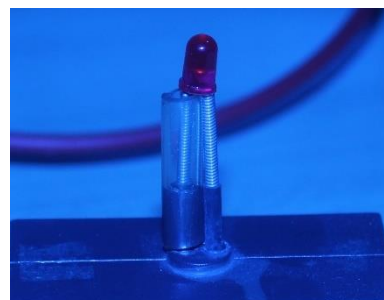


Figure 24 : une « étoile » rouge prise en photo sans filtre, puis, respectivement à travers les filtres vert, rouge et bleu.

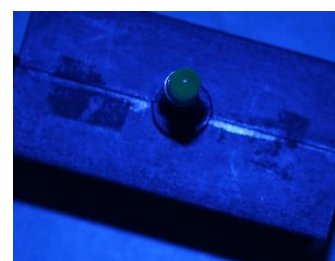
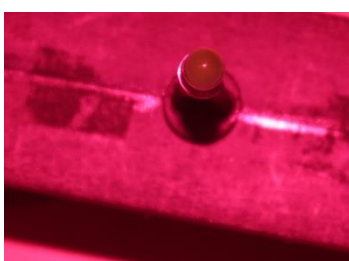
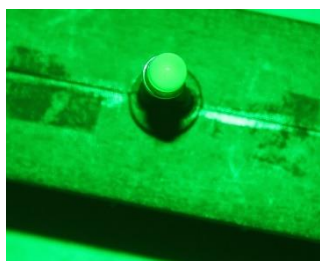


Figure 25 : une « étoile » verte prise en photo sans filtre, puis, respectivement à travers les filtres vert, rouge et bleu.

Le diagramme HR

Tâchons à présent de mettre toutes nos connaissances sur un même graphique. L'indice de couleur, (qui est directement relié à la température), sur l'axe des abscisses. Sur l'axe des ordonnées la magnitude apparente ou absolue.

On constate alors que les étoiles se répartissent en formant un nuage de points très particulier. Les étoiles sont dans des zones spécifiques. Un tel diagramme détient la clef de l'évolution des étoiles dans le temps.

Ce travail a été réalisé la première fois par deux astronomes autour de 1910 : Ejnar Hertzsprung et Henry Norris Russell. On note plus simplement ce diagramme par leurs initiales HR.

Chaque étoile, en fonction de sa masse suit une route particulière dans le diagramme. Les étoiles passent la plus grande partie de leur vie sur la séquence principale, qui correspond à la grande diagonale. Puis quand l'hydrogène vient à manquer dans le cœur de l'étoile, elle se transforme en géante rouge, coin supérieur droit.

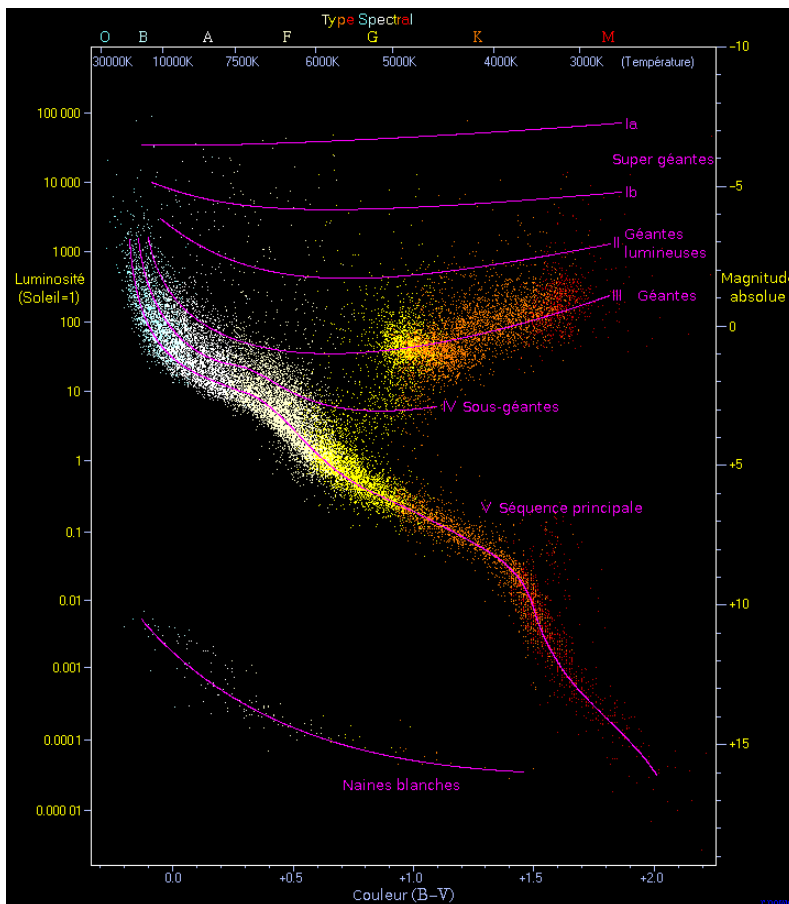


Figure 26 : Par HRDiagram.png: Richard Powell derivative work: Leovilok (talk) — HRDiagram.png, CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10222710>

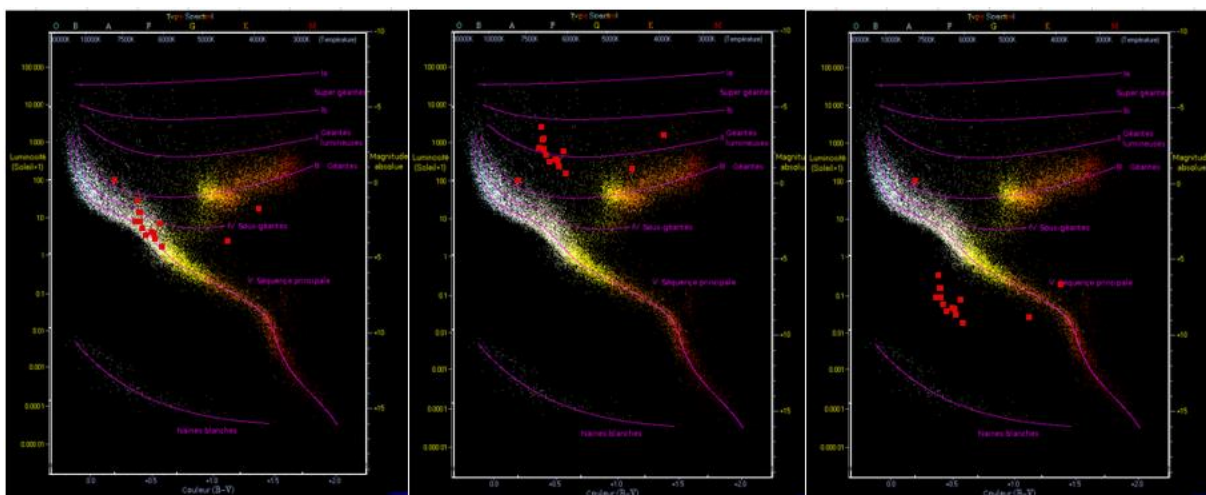
Notre démarche et le cœur de notre projet, le calcul du module de distance.

Grâce aux images prises dans un premier temps par le télescope Antu auxiliaire du VLT, pour s'entraîner, puis par le télescope Iris, que nous allons piloter, nous mesurerons les magnitudes bleu et visible, (B et V) de plusieurs étoiles d'un amas globulaire. Nous calculerons alors leur indice de couleur, puis convertirons cet indice en température de surface des étoiles. Nous reporterons ces valeurs dans un diagramme HR et comparerons alors avec le diagramme HR d'un amas ouvert d'étoiles, donc proche, et de distance connue, (l'amas des Hyades dans la constellation du Taureau). La distance de l'amas globulaire est alors obtenue par ajustement suivant l'axe vertical des ordonnées des deux diagramme HR.

Voici pour donner une idée le travail que M Gayraud a fait pour vérifier que notre projet était réalisable avec l'amas ouvert d'étoiles M35. Les images proviennent de la base de données d'Iris.

De gauche à droite :

- Un bon ordre de grandeur de la distance à l'amas. Les étoiles sont sur la séquence principale.
- Une distance estimée bien trop grande, ces étoiles pour avoir de telles magnitudes apparentes à une telle distance devraient briller toutes énormément !
- Une distance estimée bien trop petite, ces étoiles pour avoir de telles magnitudes apparentes à une distance si petite devraient briller toutes trop faiblement !



Calculs en vue de la réalisation de l'exposition.

Maintenant que nous savons comment mesurer la distance d'un amas globulaire, nous allons réfléchir à la façon de faire la maquette de notre galaxie pour l'exposition.

Le tableau ci-dessous est extrait d'un tableau bien plus complet des amas globulaires de notre galaxie. Il est dû au travail de Harris, W.E. 1996, AJ, 112, 1487

<http://physwww.mcmaster.ca/%7Eharris/mwgc.dat>

Identifications et données de position

Clé pour les colonnes :

(1) Numéro d'identification de l'amas globulaire.

(2) Autre nom de l'amas globulaire couramment utilisé.

(3-5) Composantes de distance galactique X, Y, Z en kiloparsecs, dans un Système de coordonnées centré sur le soleil ; X pointe vers le centre galactique, Y en direction de la rotation Galactique, Z vers le pôle Nord Galactique.

ID	Name	X	y	Z
NGC 4590	M 68	4,1	-7,2	6,0
NGC 5272	M3	1,5	1,3	10,0
NGC 5897		10,3	-3,2	6,3
NGC 5904	M5	5,1	0,3	5,5
NGC 5986		9,3	-4,0	2,4
NGC 6093	M80	9,4	-1,2	3,3
NGC 6121	M4	2,1	-0,3	0,6
NGC 6171	M107	5,9	0,3	2,5
NGC 6205	M13	2,8	4,6	4,7
NGC 6218	M12	4,2	1,2	2,1
NGC 6254	M10	3,9	1,1	1,7
NGC 6266	M62	6,7	-0,8	0,9
NGC 6273	M19	8,7	-0,5	1,4
NGC 6341	M92	2,5	6,3	4,7
NGC 6333	M9	7,	0,7	1,5
NGC 6356		14,7	1,7	2,7
NGC 6402	M14	8,3	3,3	2,4
NGC 6779	M56	4,3	8,3	1,4
Soleil		0,0	0,0	0,0

Nous avons besoin de connaître les coordonnées galactiques : elles sont centrées sur le soleil.

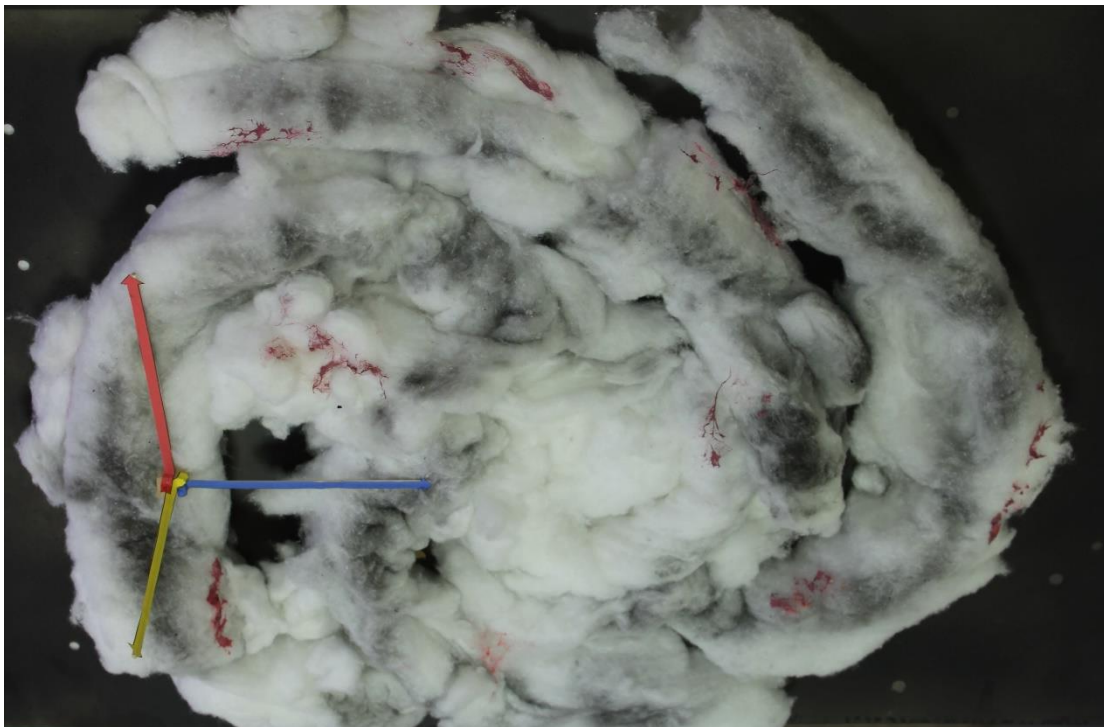
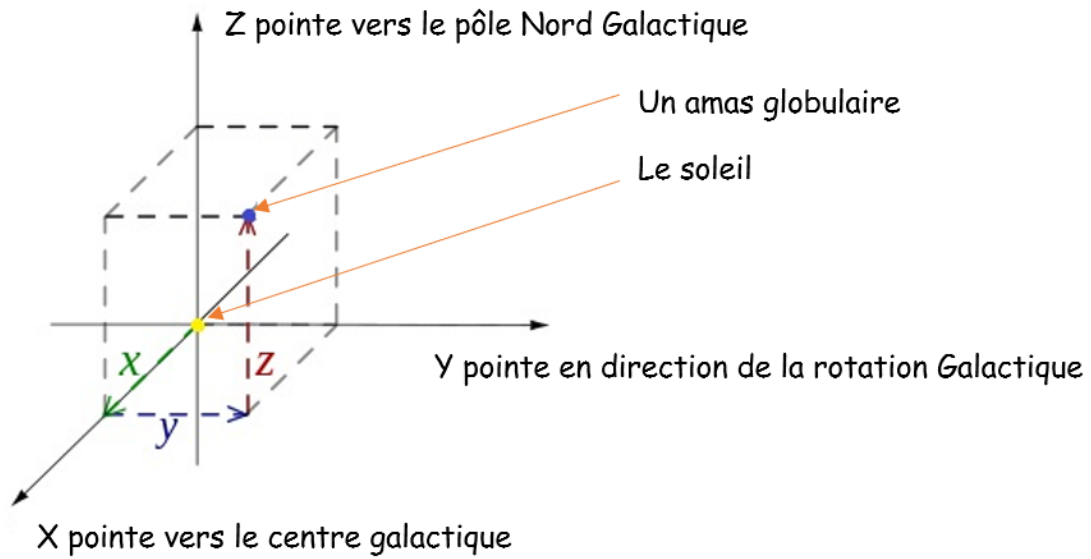


Figure 27 : système de coordonnées galactiques placé sur notre maquette. En bleu, vers le centre de la galaxie, en rouge vers le pôle nord de la galaxie.

Dans le tableau, plusieurs mots ou symboles nous sont inconnus. Nous faisons une recherche des différentes définitions.

Le *Catalogue des nébuleuses et des amas d'étoiles*, plus connu comme le catalogue de Messier, est un catalogue astronomique d'objets d'aspect diffus créé en 1774 par Charles Messier afin d'aider les chercheurs de comètes à ne pas confondre celles-ci avec divers objets diffus dont la nature était alors inconnue (galaxies, divers types de nébuleuses et amas d'étoiles) mais fixes par rapport aux étoiles.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Catalogue_de_Messier

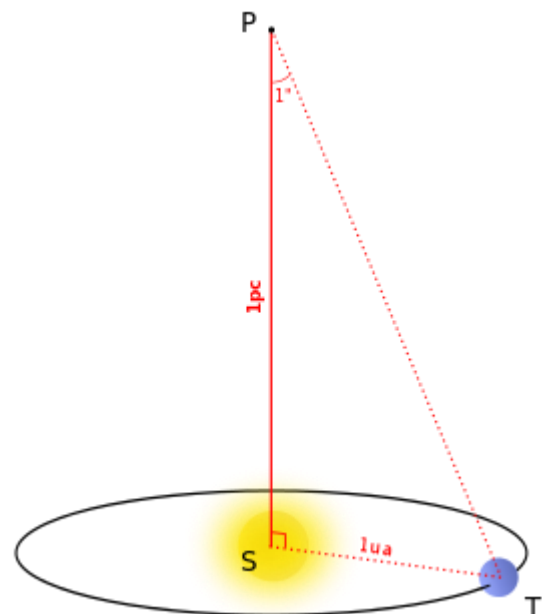
Le *New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars* ou NGC (en français « Nouveau catalogue général de nébuleuses et d'amas d'étoiles ») est l'un des catalogues astronomiques les plus connus dans le domaine de l'astronomie amateur, avec le catalogue Messier.

Il contient 7 840 objets du ciel profond (principalement des galaxies, mais pas seulement) recensés par John Dreyer jusqu'en 1888, date de première parution du catalogue dans les *Memoirs of the Royal Astronomical Society*.

https://fr.wikipedia.org/wiki/New_General_Catalogue

Le parsec (symbole pc) est une unité de longueur utilisée en astronomie valant, par définition, exactement $648\,000/\pi$ unités astronomiques, soit environ 3,26156 années de lumière. Son nom est la contraction de « parallaxe-seconde », expression se rapportant à la définition historique, désormais obsolète, du parsec.

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Parsec>



Une année-lumière est une unité de longueur utilisée en astronomie. Son symbole est al. Une année-lumière est égale à la distance parcourue par la lumière dans le vide pendant une année, soit environ 9 461 milliards de kilomètres, soit encore, en ordre de grandeur, environ 10 000 milliards de kilomètres (10^{13} kilomètres).

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Ann%C3%A9e-lumi%C3%A8re>

La vitesse de la lumière dans le vide, communément notée c pour « célérité », est une constante physique universelle (vitesse limite des théories), importante dans de nombreux domaines de la physique. Sa valeur exacte est 299 792 458 m/s (environ 3×10^8 m/s ou 300 000 km/s).

https://fr.wikipedia.org/wiki/Vitesse_de_la_lumi%C3%A8re

Choix de notre échelle

1 mètre pour 1 kiloparsec

1 mètre pour 1000 parsecs

1 mètre pour 3 262 a.l

1 mètre pour $3,3 \cdot 10^{16}$ km

En traversant la maquette de notre galaxie si vous marchez lentement, à 1 mètre par seconde, alors vous allez 100 milliards de fois plus vite que la vitesse de la lumière !

A l'échelle de notre maquette :

1 mètre par seconde correspond à $3,3 \cdot 10^{16}$ km en une seconde.

Or la vitesse de la lumière est de $3,0 \cdot 10^5$ km en une seconde.

$3,3 \cdot 10^{16}$ km / $3,0 \cdot 10^5$ km = $1,1 \cdot 10^{11}$ soit près de 100 milliards de fois plus vite que la vitesse de la lumière !

Projet du plan de l'implantation de l'exposition.

Maintenant que nous savons où sont les amas globulaires dans notre galaxie, nous décidons d'aller sur la place devant notre établissement pour tester la position des ballons/amas globulaires et de notre Soleil pour l'exposition.



Figure 28 : Place de la libération de Gaillac

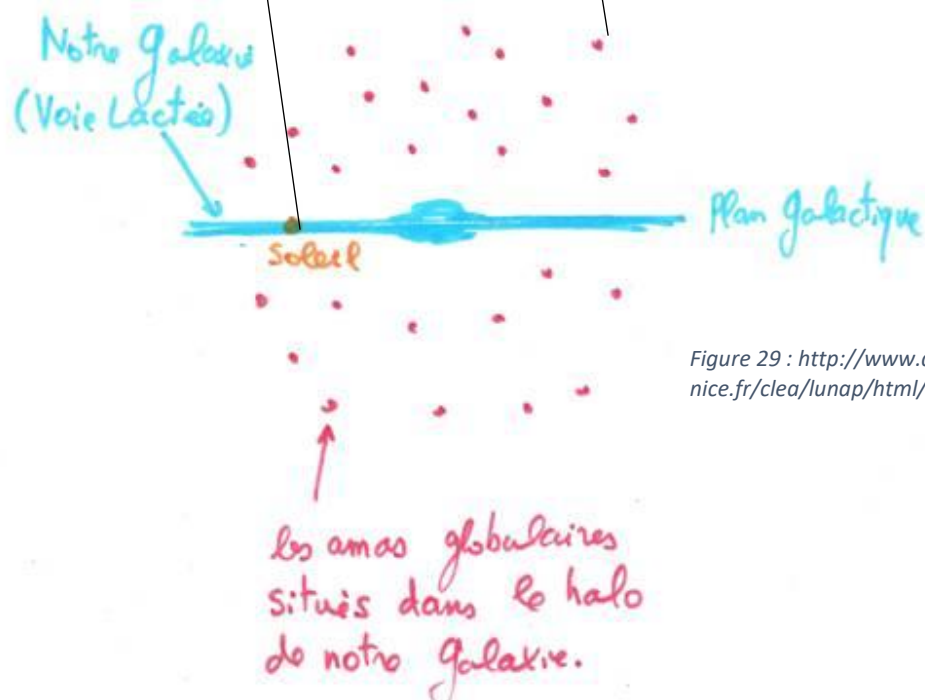


Figure 29 : <http://www.ac-nice.fr/clea/lunap/html/Amas/AmasEnBref.html>



Figure 30 : Mesures au décimètre et test des ballons lumineux à l'hélium. Les élèves testent le matériel et prennent leurs repères. Le vent nous embête !

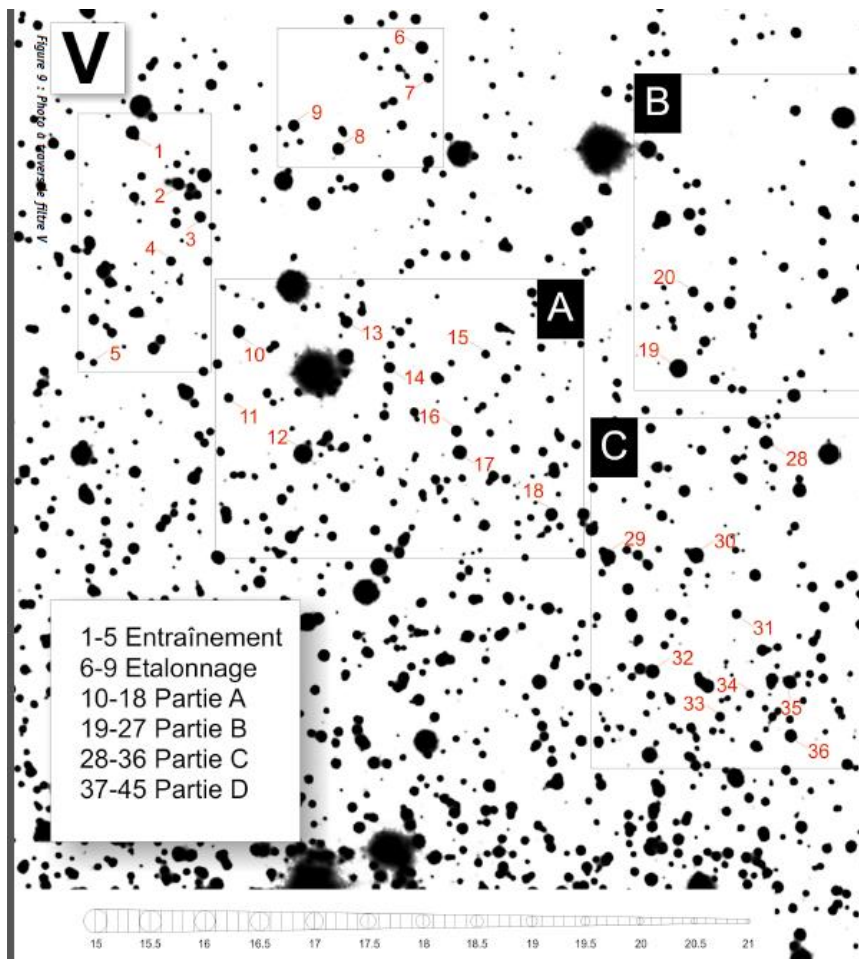
Malheureusement la météo n'est toujours pas bonne. Nous demandons alors à la Mairie de Gaillac la possibilité de faire l'exposition dans la salle des spectacles en cas de mauvais temps.

Ouf, M le Maire accepte !

Réalisation d'un diagramme HR de l'amas globulaire M 22.

À partir des images réalisées par le télescope auxiliaire de l'Antu, (VLT) nous cherchons à déterminer la distance de Messier 22.

Le mauvais temps dure encore. M Gayraud nous propose quand même une séance d'observation de la Lune après les cours jusqu'à 23 h 00. Si le temps ne le permet pas, alors nous ferons un travail pour mesurer la distance d'un amas globulaire et le film présentant notre projet.



Voici le protocole pour mesurer la distance d'un amas globulaire.

Réalisez deux photographies prises à travers des filtres bleu et visible (vert) par exemple.

Mesurez avec une jauge, (ou un logiciel de photométrie), les magnitudes apparentes B et V de plusieurs étoiles dans chaque couleur.

Calculez les indices de couleur B-V de toutes ces étoiles.

Figure 31 : Les données photographiques proviennent de « Les exos d'astro de l'ESA/ESO ».

Déduisez-en leur température de surface.

Construisez un diagramme de Hertzsprung et Russell, (HR).

La distance de l'amas est celle qui fera coïncider les étoiles de l'amas (en apparent) à la branche des étoiles (en absolu). Soit la formule

$$D = 10^{(m-M+5)/5}$$

Et nos résultats.

Résultats scientifiques				
Star	B	V	B-V	T
1	18,82	17,98	0,84	5250
2	19,02	18,31	0,71	5744
3	19,32	18,65	0,67	5864
4	19,96	19,25	0,71	5699
5	21,05	20,21	0,84	5265
6	19	18,2	0,8	5400
7	19,8	19,1	0,7	5740
8	19,1	18,34	0,76	5500
9	19,2	18,53	0,67	5820
10	19,4	19	0,4	6340
11	20	19,5	0,5	6500
12	19,5	17	0,5	6500
13	19,1	18,5	0,6	6400
14	19,5	18,8	0,7	5740
15	20,5	19,5	1	4750
16	19,5	18,8	0,7	5740
17	19,9	18,4	0,5	6500
18	19,4	18,5	0,9	5020
19	19,7	18,5	0,5	6500
20	19,7	18,6	0,9	5050
21	20	19,1	0,9	5050
22	19,7	19	0,8	6500
23	19,5	18,6	0,9	5020
24	18,5	17,8	0,9	5050
25	20	20,5	1,5	3500
26	19,3	20,4	0,4	6950
27	18,9	18,3	0,7	5720
28	19	18,5	0,5	6500
29	19,4	17,6	0,5	5400
30	19,5	17,3	1,2	2300
31	20,5	19,8	0,7	6650
32	19,1	18,5	0,6	6250
33	20,1	19,5	0,6	6450
34	20,3	20,1	0,4	6350
35	19,5	18,4	0,6	6750
36	19,9	18,9	0,8	7400
37	19,5	18,7	0,6	6200
38	20,3	20,2	0,3	7350
39	20	19,5	0,5	6500
40	19,5	19,5	0,5	6500
41	18,5	17,5	0,5	6800
42	19,6	18,1	0,5	6800
43	19,6	19,9	0,2	6800
44	19,5	19,3	0,2	6800
45	18,3	17,3	0,6	6100

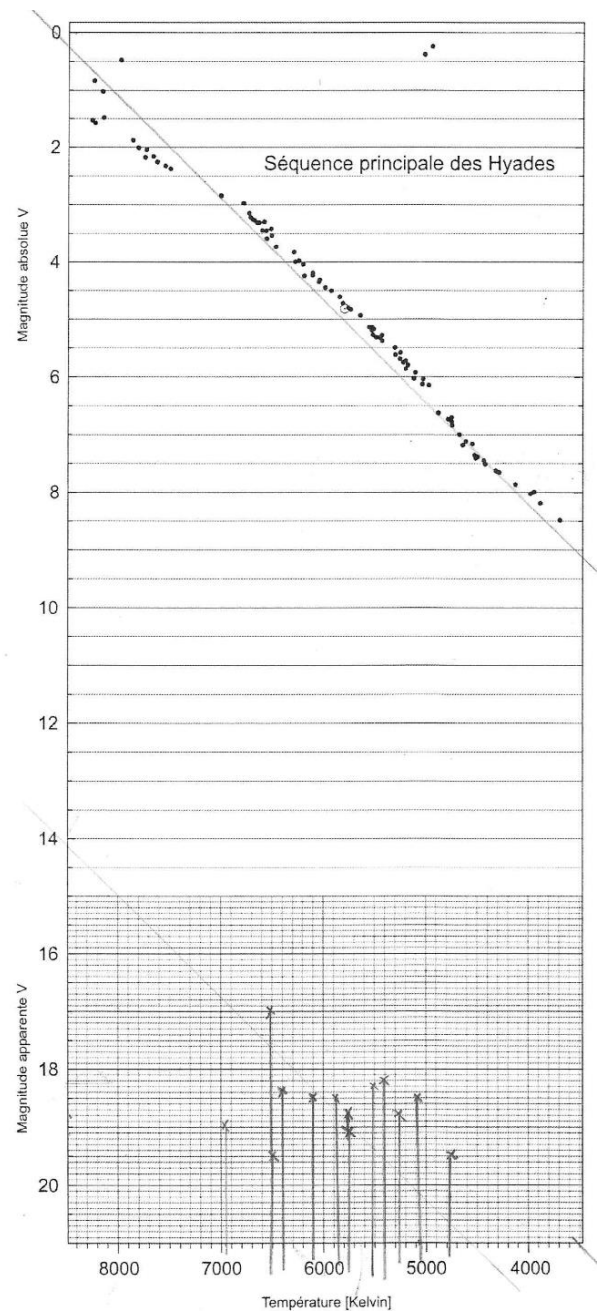
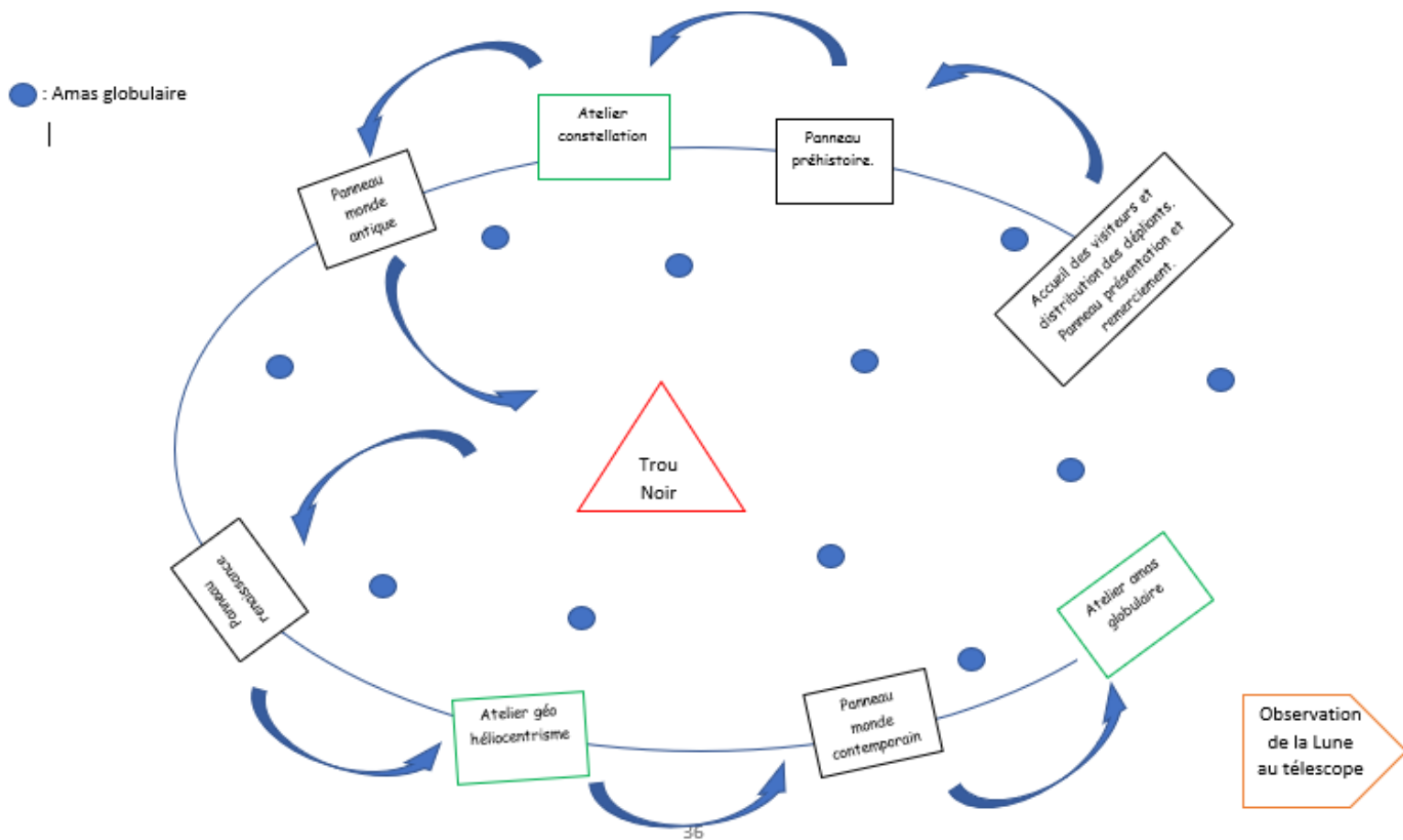


Figure 32 : mesure de la distance de l'amas M 22 par un groupe d'élève, dont Héloïse pour la mise en forme.

Nous mesurons 14 magnitudes d'écart entre les magnitude apparente et absolue, soit après calcul environ 6 kiloparsecs.

Préparatifs de l'exposition

Nous préparons en classe notre intervention. Nuages de mots, photos, textes, citations philosophiques, ateliers ...



200 élèves sont inscrits de cycle 3. Et davantage avec les curieux qui, nous l'espérons, viendront.

... mais aussi une plaquette.

Le film de présentation de notre projet.



https://www.youtube.com/watch?v=1MM09JnodJk&index=5&list=PLoQwhauN2ou4ItG2roK88_NMnJrHq5IED

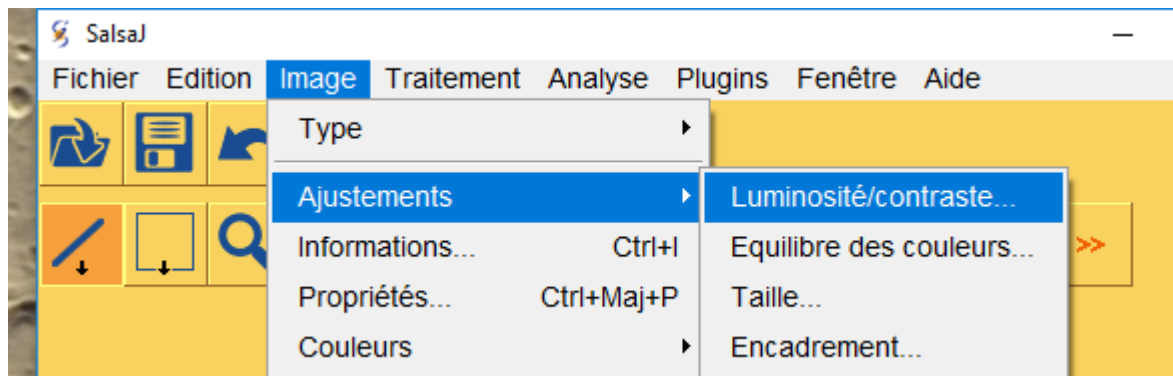
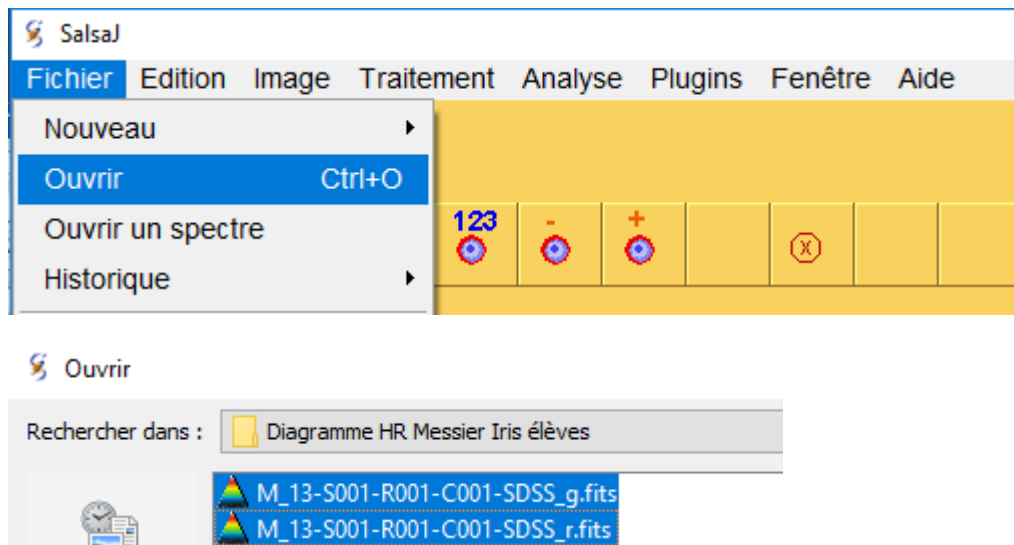


Le dossier étant rendu le 14 mars, et l'exposition étant le 22 mars, vous pourrez nous suivre sur notre site Youtube « le film de l'exposition ».

Dernière expérience

Nous savons maintenant quelle est notre place dans la galaxie : dans un de ses bras. Nous avons aussi appris comment cela a été découvert : par la mesure de la distance des amas globulaires. Nous sommes prêts pour l'expliquer lors de l'exposition. Mais il nous reste à faire nous même les images et les mesures.

Ce travail sera préparé à la rentrée des vacances de février. Les images seront prises le 20 mars 2018 avec le télescope Iris.



Avertissement.

Les pages en format paysage ont été rédigées par Olivier Gaynard, responsable du club Astro St Jo.

Il s'agit du tutoriel qui sera distribué et permettra aux élèves de réduire les données d'Iris, et ainsi estimer la distance d'un amas globulaire.

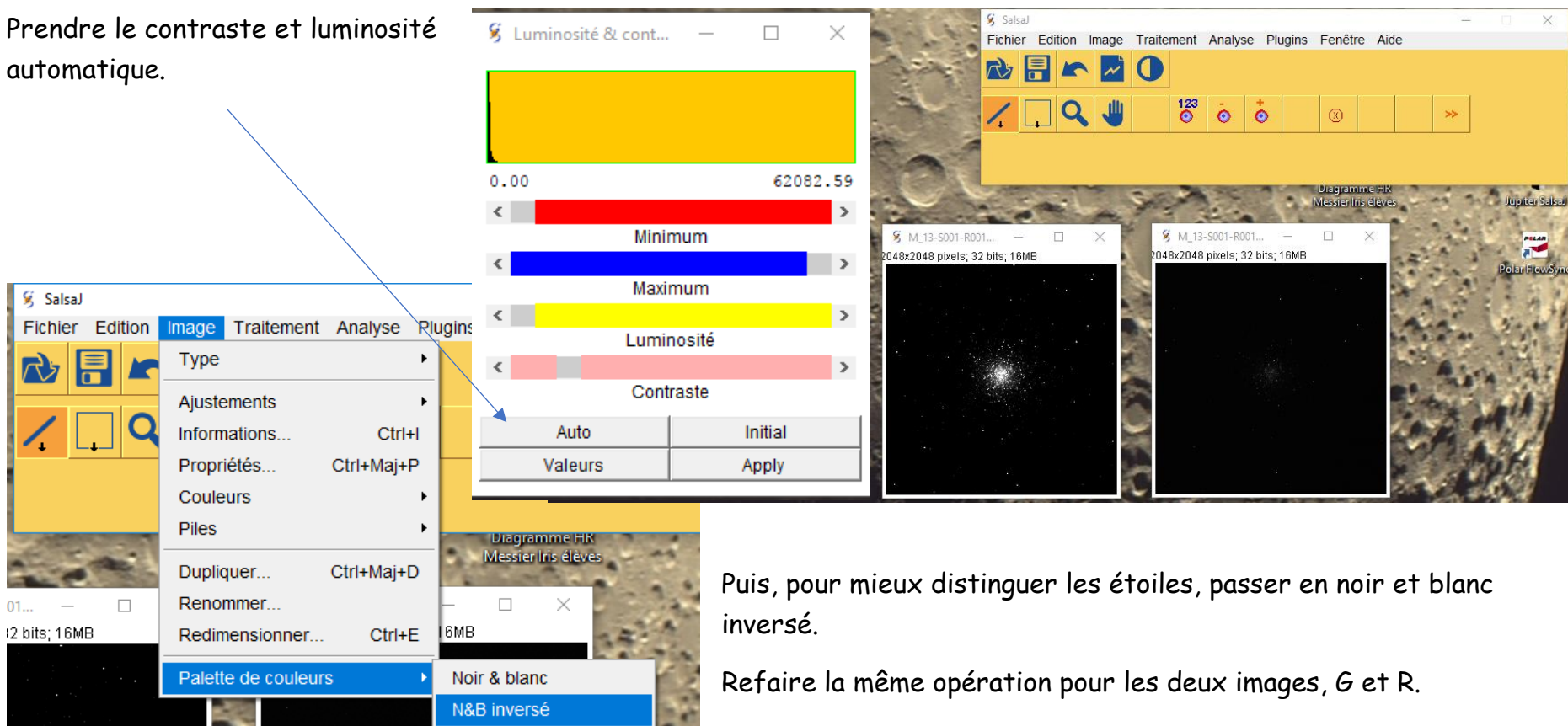
Un travail préparatoire est d'ores et déjà sur le réseau de l'établissement. Ci-contre, les copies d'écran. Les photos de M13 proviennent de la base de données d'Iris.

Ce dernier travail sera produit à l'aide de l'imagerie du télescope Iris le 20 mars, entre la restitution de ce dossier et l'oral.

Ce travail est très largement inspiré de l'atelier Eu-Hou « connaître l'âge et prédire l'avenir d'un amas d'étoiles » à partir du lien suivant. Les équations du tableur ont été adaptées aux filtres d'Iris. L'étalonnage réalisé avec la base de données Aladin.

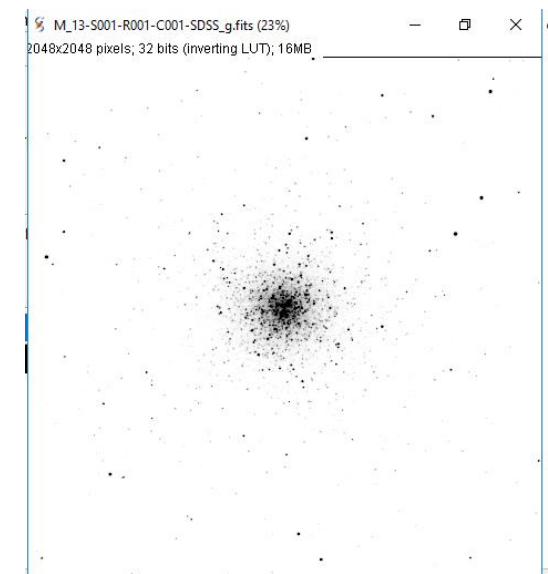
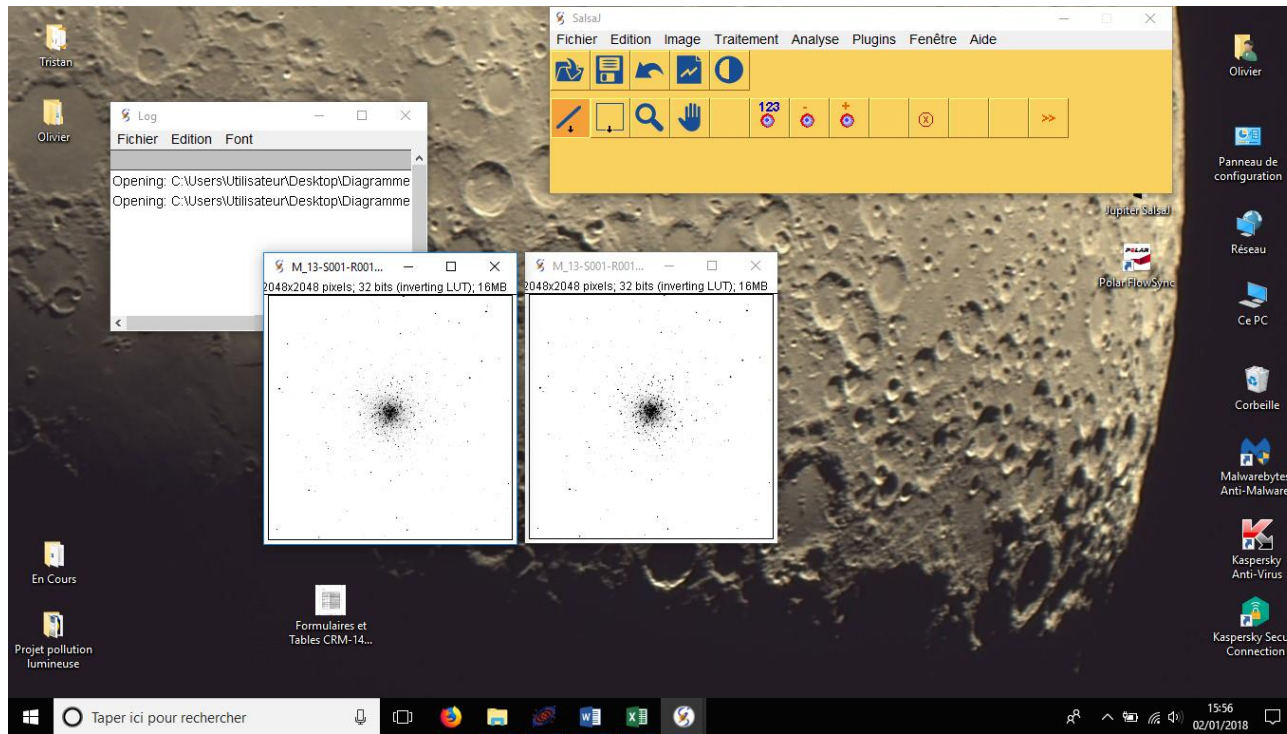
<http://www.fr.euhou.net/index.php/autres-activits-member-171/152-connatre-lge-et-prdire-lavenir-dun-amas-dtoiles>

Prendre le contraste et luminosité automatique.

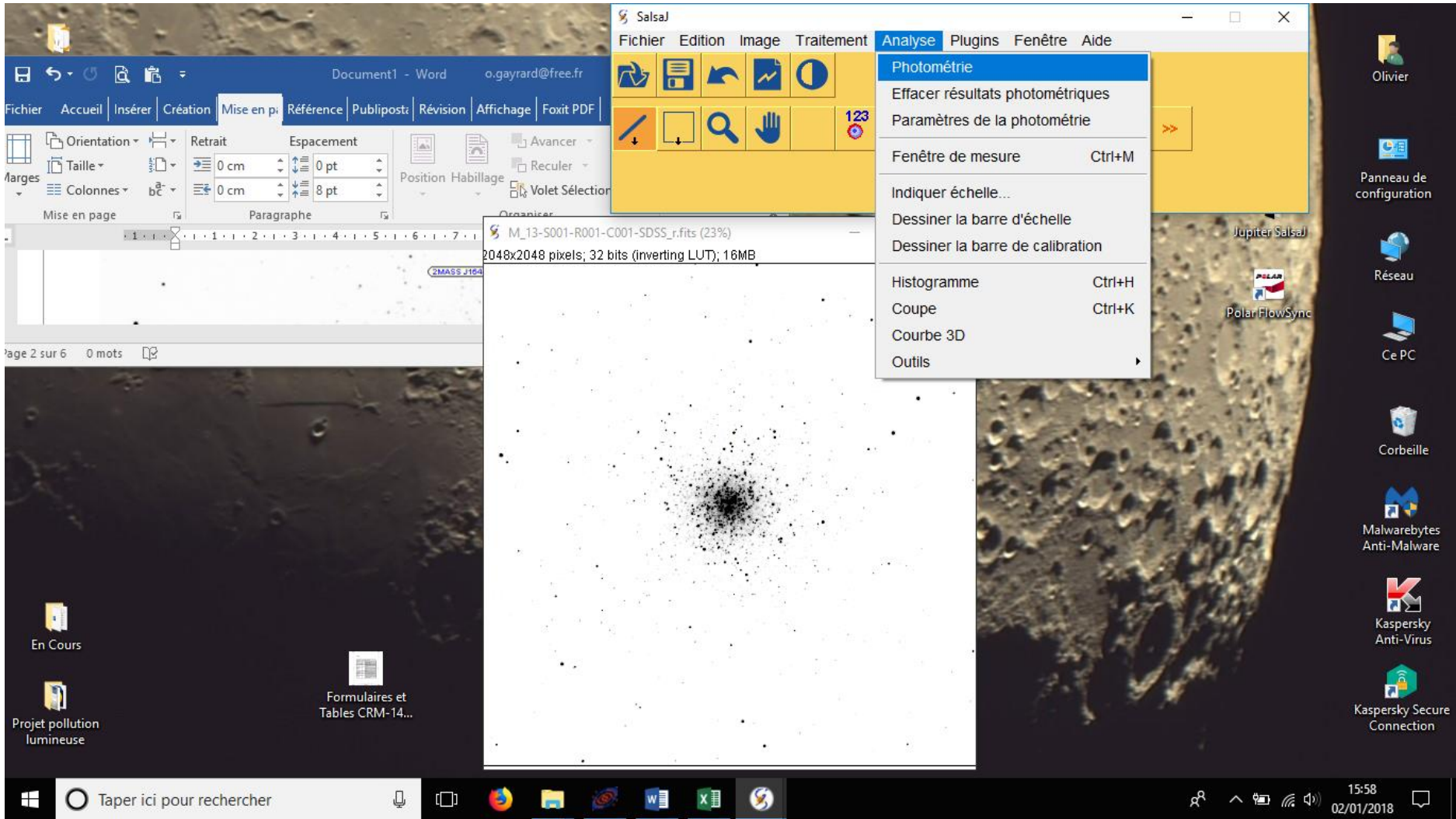


Puis, pour mieux distinguer les étoiles, passer en noir et blanc inversé.

Refaire la même opération pour les deux images, G et R.



Reste à mesurer les intensités lumineuses des étoiles dans ces deux filtres. Le terme exact est une analyse photométrique. C'est l'équivalent de la jauge dans l'exercice de l'ESA/ESO. Mais pour le moment, il ne s'agira que de magnitudes apparentes.



Cliquez alors sur une étoile dans une photo, puis sur la même dans l'autre. Pour être certain d'avoir pris la même, vérifiez dans le fichier texte les coordonnées X et Y. En cas d'erreur, vous pouvez à partir du fichier texte sélectionner et effacer une ou plusieurs lignes.

Valeurs de la luminosité pour l'étoile mesurée dans les deux filtres.

Mesure	Image	X	Y	Intensité étoile	Rayon étoile	Intensité
1	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	1041	689	1303854	18	903
2	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	1042	690	452827	18	464

De fil en aiguille, on relève ainsi les intensités de plusieurs étoiles. Attention de garder le même ordre. Par exemple mesurez dans G puis dans R.

Mesure	Image	X	Y	Intensité étoile	Rayon étoile	Intensité ciel	Rayon ciel	Message
3	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	1605	228	444272	18	415	27	
4	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	1604	228	741255	18	813	27	
6	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	1406	147	413009	18	413	27	
7	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	1405	147	933628	18	811	27	
9	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	1262	271	84027	18	413	27	
10	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	1261	271	130984	18	812	27	
12	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	1195	309	46061	18	416	27	
13	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	1194	309	75210	18	815	27	
15	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	1109	316	620766	18	415	27	
16	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	1108	315	1680445	18	823	27	
18	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	550	827	205217	18	464	27	
19	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	550	827	510482	18	916	27	
20	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	364	811	88719	18	419	27	
21	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	363	811	170432	18	834	27	
22	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	360	1064	73627	18	423	27	
23	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	359	1063	153640	18	840	27	
24	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	862	1484	297554	18	422	27	
25	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	861	1483	513046	18	830	27	
26	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	1030	1557	146239	18	416	27	
27	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	1029	1557	298576	18	817	27	
28	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	1289	1499	79008	18	420	27	
29	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	1289	1498	171638	18	818	27	
30	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	1592	757	149508	18	431	27	
31	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	1591	757	363837	18	838	27	
32	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	1693	690	2169905	18	427	27	
33	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	1692	690	3231824	18	834	27	
34	M_13-S001-R001-C001-SDSS_g.fits	1941	528	157007	18	410	27	
35	M_13-S001-R001-C001-SDSS_r.fits	1941	527	370874	18	804	27	

Les valeurs précédentes peuvent alors être reportées dans le tableau suivant, disponible dans le fichier où vous avez chargé les images.

M13.xls [Mode de compatibilité] - Excel

o.gayard@free.fr

Fichier Accueil Insérer Mise en page Formules Données Révision Affichage Foxit PDF Dites-nous ce que vous voulez faire Partager

Coller Presse-papiers Police Alignement Nombre Styles Cellules Édition

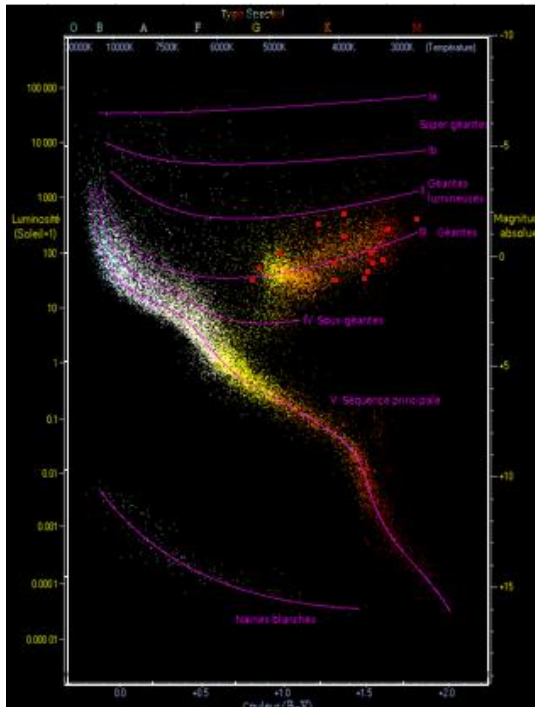
J19

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1												
2												
3	Les cases en jaunes sont à remplir avec vos valeurs données par SalsaJ											
4	Les cases en bleu clair se rempliront automatiquement à partir de vos données											
5												
6		Image Filtre G		Image Filtre R		Indice de couleur	Magnitude absolue					
7	Etoile	Luminosité	Magnitude relative G	Luminosité	Magnitude relative R	"B-V"	M _G					
8	1		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
9	2		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
10	3		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
11	4		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
12	5		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
13	6		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
14	7		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
15	8		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
16	9		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
17	10		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
18	11		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
19	12		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
20	13		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
21	14		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
22	15		#NOMBRE!		#NOMBRE!	#NOMBRE!	#NOMBRE!					
23												
24												
25												
26												
27												

ETALONNAGE (à retrouver dans la partie "pour aller plus loin")	
mGref =	11.593
mRref =	11.9
LGref =	452827
LRref =	1303854
CONSTANTEG =	25.73283078
CONSTANTER =	27.18807241
CONSTANTEM _G =	-14.16254456

Données salsaJ diagramme HR Superposition1 Superposition2

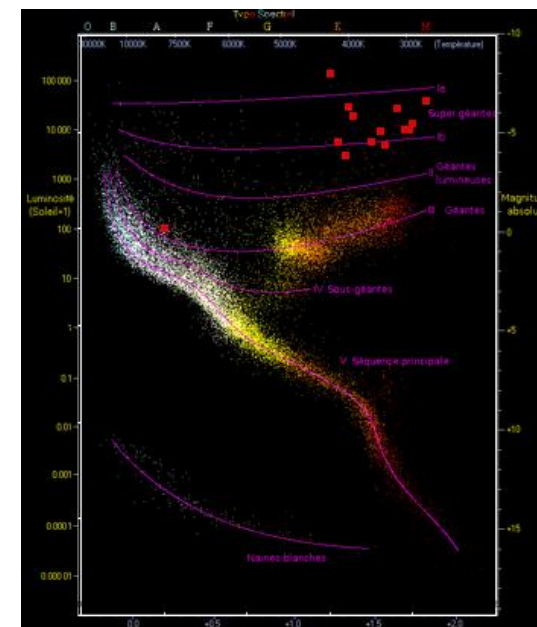
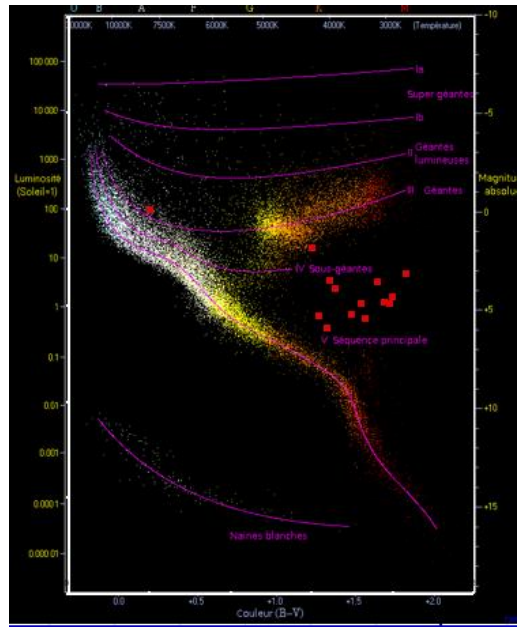
Prêt 16:03 02/01/2018



En mettant dans la case J12 une distance $D = 5000$ parsecs nous faisons bien coïncider les étoiles mesurées dans le diagramme HR.

Cela doit donc correspondre à l'ordre de grandeur de la distance de cet amas.

Puis avec respectivement 10 fois moins, 500 et 10 fois plus, 50000 parsecs.



Conclusion

L'Homme s'est souvent cru au centre de l'Univers. Plusieurs mots et expressions désignent de défaut : égoïste, nombriliste, égocentré, nombril de Delphes. Galilée a démontré cette erreur. Malgré qu'il du abjurer, le Soleil occupe bien le centre de notre système solaire.

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, nous ne sommes pas au centre de la galaxie mais nous nous trouvons sur une branche de celle-ci. Nous sommes juste situés en banlieue !

Cela, nous l'avons appris en mesurant la magnitude des étoiles, leur température, leur couleur, Nous avons aussi découvert de nouveaux scientifiques, la décomposition de la lumière, le diagramme HR, la fusion de l'hydrogène,

Cela nous a appris aussi que les grands scientifiques n'avaient pas toujours raison, que l'astronomie a évolué au cours du temps, et grâce à la technologie : télescope, caméra, satellite, ...

Ce projet nous a apporté de la culture générale, pour l'avenir et nos études. Peut-être nous ouvrir des portes vers différents métiers.

Pour conclure, nous pouvons donc dire que l'Homme a bien une place dans son Univers, mais pas celle qu'il pensait. L'Homme n'est pas le centre de l'Univers, et nous l'avons prouvé grâce à l'étude des amas globulaires. Nous pouvons dire que ce projet nous a permis de voir la réelle place de l'Homme et voir à quel point son égoïsme lui a laissé penser qu'il pourrait être au centre.

Mais le plus important, c'est que notre position dans l'Univers doit nous rendre humble et nous aider à respecter notre Terre.

Les élèves du Club Astro St Jo.

