

A nighttime photograph of the Pic du Midi observatory building, illuminated from within, set against a dark sky filled with stars. The building features several domes and a prominent vertical structure on the right side. The foreground shows the silhouette of the building's roof and some structural elements.

**Rapport de mission
au Télescope T60 du Pic du Midi**

RAAGSO :
Amas globulaires
Mercredi 20 au dimanche 24 août 2014

Auteurs : Carole Bounet - Aurore Escaffre - Guillaume Boiteux - Etienne Jammes

1. SOMMAIRE	2
2. REMERCIEMENTS	3
3. L'ÉQUIPE DE MISSIONNAIRES	3
4. OBJECTIFS DE LA MISSION	3
5. PROGRAMME D'OBSERVATION PRÉVISIONNEL	5
6. JOURNAL DE BORD DE LA MISSION	4
7. OBSERVATIONS EFFECTUÉES ET RÉSULTATS	6
A) Travail scientifique théorique	
a) Les amas globulaires	
b) Le diagramme HR	
c) Construction d'un diagramme	
7.1 Mesures sur M15	
7.2 M56	
7.3 NGC6934	
7.4 M2	
7.5 M71	
8. BILAN ET PERSPECTIVES	14

2. Remerciements

Toute l'équipe tient à remercier les membres de l'Association T60 (aussi pour sa patience) et tout le personnel administratif et technique de la régie et de l'OMP, qui ont rendu possible notre mission et qui nous ont apporté tout le soutien nécessaire.

3. L'équipe de missionnaires

L'équipe était constituée de quatre membres des Raagso, le Rassemblement des Astronomes Amateur du Grand Sud-Ouest, rassemblement qui a lieu 1 fois par an en septembre.

- Etienne Jammes, 2^{ème} mission au T60, président des Raagso
- Aurore Escaffre, 2^{ème} mission au T60, secrétaire de Neptunion31, membre Raagso
- Guillaume Boiteux, 1^{ère} mission, secrétaire des Raagso
- Carole Bounet, 2^{ème} mission au T60, responsable de mission, présidente du club Antares31, CA Raagso

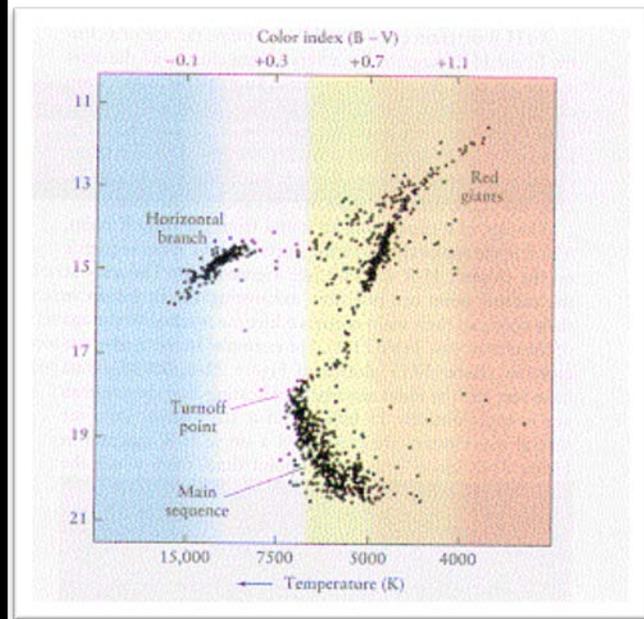
4. Objectifs de la mission

La mission avait un objectif :

- Réalisation de photos d'amas globulaires afin d'en déterminer leurs âges avec un diagramme HR



©2MASS



©<http://burro.astr.cwru.edu/Academics/Astr221/LifeCycle/g.gif>

5. Programme d'observation prévisionnel

Les observations prévues étaient les suivantes :

- Amas globulaire : M15, M56, NGC6934, M2 et M71.

6. Journal de bord de la mission

Mercredi 20 aout 2014

Départ de Toulouse à 5h du matin.

Arrivée à la Mongie vers 7h30, nous avons pris la première benne à 8h30.

Nous avons rejoint nos collègues du T60 Astroflep, ils nous ont briefés sur tout le fonctionnement et les bugs.

Installation dans le labo.

12h Animation sur la terrasse, avec Guy Forget et Mansour Barhami, le pic avec un terrain de tennis !

Repas, à 13h30 le téléphérique est tombé en panne et du coup les collègues n'ont pu descendre.

Fin du sauvetage des touristes vers 18h, l'attente fut longue.

Repas, météo favorable :

Retour au labo, préparation du télescope, mise en tension, connexion, communication.

Première cible : M15, nous avons fait une dizaine de poses de 5, 10, 15 secondes en LRGB, nous avons fait tous les filtres pour pouvoir faire une belle photo aussi. Bin2

Deuxième cible : M56 cet amas se trouve au sud, malheureusement les clichés ne sont pas bon à cause du vent les étoiles sont en forme de virgules.

2 missionnaires sont partis dormir. Reste 2, nous avons toujours un ciel dégagé donc nous avons voulu nous faire plaisir et avons visé M76, nous avons fait une dizaine de poses test de 45 secondes.



Jeudi 21 aout

Retour au labo vers 12h, repas.

Belle journée en terrasse, repas.

Retour au labo vers 21 pour faire les flats, darks et offset malheureusement nous devons refaire une série de flats car le ciel était trop sombre.

Nous avons pointés NGC6934, nous n'avons pas les filtres rouges car trop de passage nuageux lors des prises et le rapport signal/bruit était mauvais et ne s'améliorant pas, nous avons dû changer de cible vers 3h.

Cible pour le plaisir NGC891 que nous n'avons pas atteint, la fatigue se faisant sentir vers 4h30 nous avons fermé les pétales et nos yeux...

Nous avons souvent atteint la butée Nord... alors que la nuit d'avant ras... problème résolu en levant les freins et en recentrant le triangle.

Vendredi 22 aout

Au labo vers 12h, le ciel n'est pas clément, il pleut. Repas du soir vers 20h, pas de coucher de soleil.

Nous patientons au labo en attendant une éclaircie et vers 1h du mat, le ciel est devenu transparent.

Nous pouvons faire des poses sur M2, pose de 2s, 5s et 10s bin2 en LRGB. Le ciel est magnifique pendant les poses et par groupe de 2 nous allons faire de la photo en terrasse. La lumière zodiacale est très présente vers 4h48.

Nous faisons les flats LRVB vers 6h50, tout va pour le mieux cette fois-ci.

Lever de lune en conjonction avec Jupiter et Vénus.

Nous allons nous coucher après le lever de soleil à 8h très bonne nuit !

Samedi 23 aout

Au labo à 15h, après une petite nuit de sommeil. Journée agréable, seuls les nuages bas sont là. Repas. Coucher de soleil. Ciel un peu voilé, nous attendons et refaisons les darks en 5, 10, 20,45 secondes, nous trouvons que sur nous 1^{er} darks il y a beaucoup de bruit sur le côté gauche.

Le ciel se dégage bien et nous ciblons M71, en pose de 45 secondes bin2 LRVB, nous augmentons le nombre de poses à 30 car il y a un peu de vent et cela peut influencer sur nos clichés.

Le ciel se voile et le vent se renforce, nous fermons le cimier et replaçons la coupole et le télescope, pétales, nous déconnectons l'informatique au télescope et coupons les boîtiers.

Nous retirons la Sbig et la plaçons dans sa valise avec le bouchon.

Traitement de nos flats, darks et offset pour avoir les fichiers maîtres.

Traitement de nos poses LVB sur M15 pour pouvoir procéder aux calculs.

 Prise en main du télescope assez rapide, Prism aussi même si les fenêtres de confirmation sont inutiles ou mal tournés. 

7. Observations effectuées et résultats

A) TRAVAIL SCIENTIFIQUE THEORIQUE

a) Les amas globulaires

Les amas globulaires sont des amas stellaires denses à distribution sphérique dont le diamètre est en général de quelques dizaines d'années lumières. Ces amas sont en général constitués de géantes rouges donc d'étoiles assez anciennes.

On compte environ 150 amas globulaires dans la voie lactée.

Ils sont situés dans le halo galactique et orbitent autour du centre galactique à des distances comprises entre 3000 et 300000 années lumières.

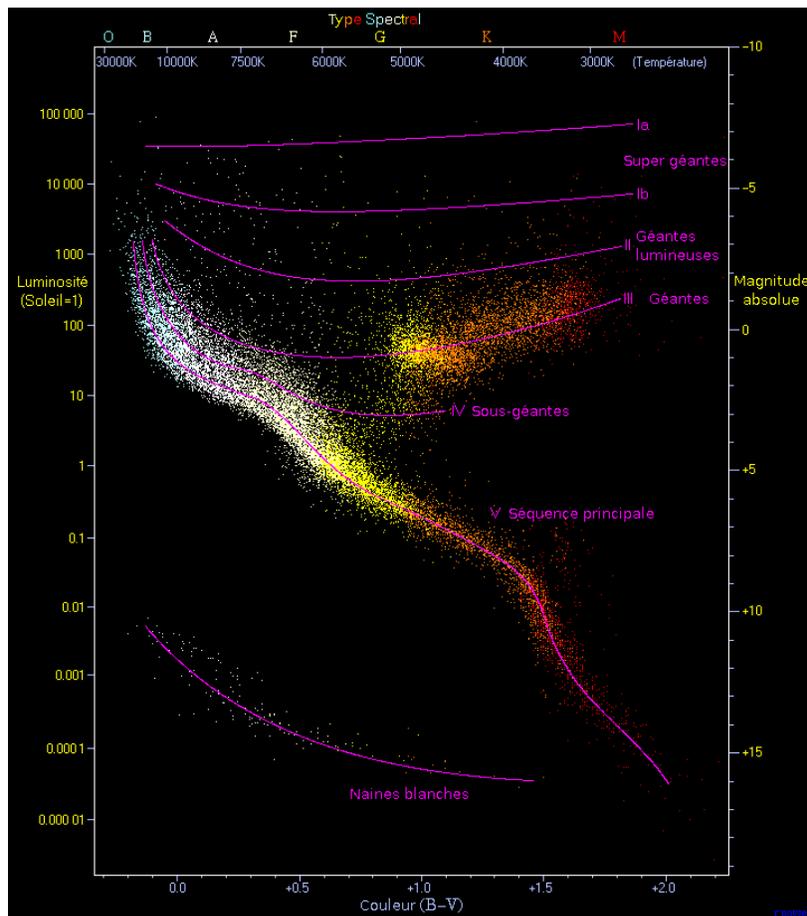
Leur grand âge supposé permet d'étudier l'évolution de la galaxie au cours du temps.

b) Le diagramme HR et détermination de l'âge d'un amas

Le diagramme de Hertzsprung-Russell permet de représenter la luminosité des étoiles en fonction de leur température (ou couleur).

Ce diagramme met en évidence une distribution particulière des étoiles appelée séquence principale correspondant au cycle de vie normal d'une étoile, ainsi que d'autres groupes comme les géantes rouges et les naines blanches.

Une étoile de type solaire le long de sa vie, glisse le long de la séquence principale et lors de sa fin de sa trajectoire sur le diagramme fait un coude pour rejoindre le groupe des géantes rouges.



Dans un amas d'étoiles on considère que toutes les étoiles se sont formées à partir d'un même nuage moléculaire. Elles ont donc théoriquement toutes le même âge mais elles ont toutes des masses différentes et donc auront une vie différente. Les étoiles massives évoluant plus vite que les étoiles de moindre masse.
Les étoiles les plus massives quitteront les premières la séquence principale et plus le temps passe et plus le « coude » de séparation entre la séquence principale et le bloc des géantes se situera à gauche sur le diagramme.
Une fois le diagramme des étoiles d'un amas réalisé il suffit donc de regarder où se trouve ce coude pour déterminer l'âge de l'amas qui correspondra à l'âge de l'étoile de l'amas la plus massive n'ayant pas encore quitté la séquence principale. Cet âge est donné par le temps passé dans la séquence principale, l'évolution des étoiles dans celle-ci étant bien connu.

Exemple : si sur le coude on mesure une étoile de 15 luminosité solaire, sachant que la luminosité croît de puissance 3.5 de la masse, ça donne 2.2 masse solaire ($2.2^{3.5} = 15$).
Avec la formule de durée de vie on obtient : $V = 10 / (M^{2.5}) = 1.4$ Ga (milliard d'années).

c) Construction d'un diagramme

La luminosité absolue et la température des étoiles n'étant pas directement accessibles le diagramme peut être facilement simplifié en traçant la magnitude apparente dans le vert en fonction de l'indice de couleur, à savoir l'écart de magnitude entre le bleu et le vert.

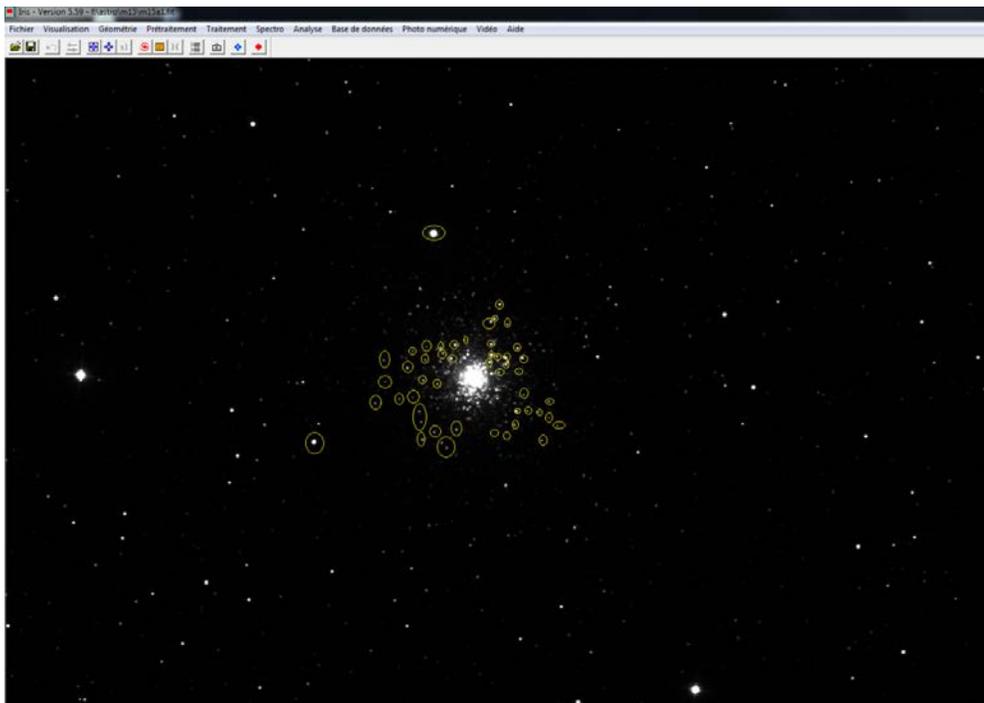
Pour chaque amas il faudra donc réaliser une série d'images dans chacune des couleurs.

7.2 Mesures sur M15

Une cinquantaine d'étoiles, dont deux étoiles de référence pour le calage des magnitudes, a pu être mesurée sur l'amas M15 pour la réalisation du diagramme.

Elles font toute partie de la bordure de l'étoile car le cœur de l'amas est trop saturé pour pouvoir réaliser de la photométrie d'ouverture sur le logiciel IRIS. Certaines ne font peut-être pas partie de l'amas mais il n'est pas évident d'en être certain.

Les étoiles sélectionnées sont les suivantes :

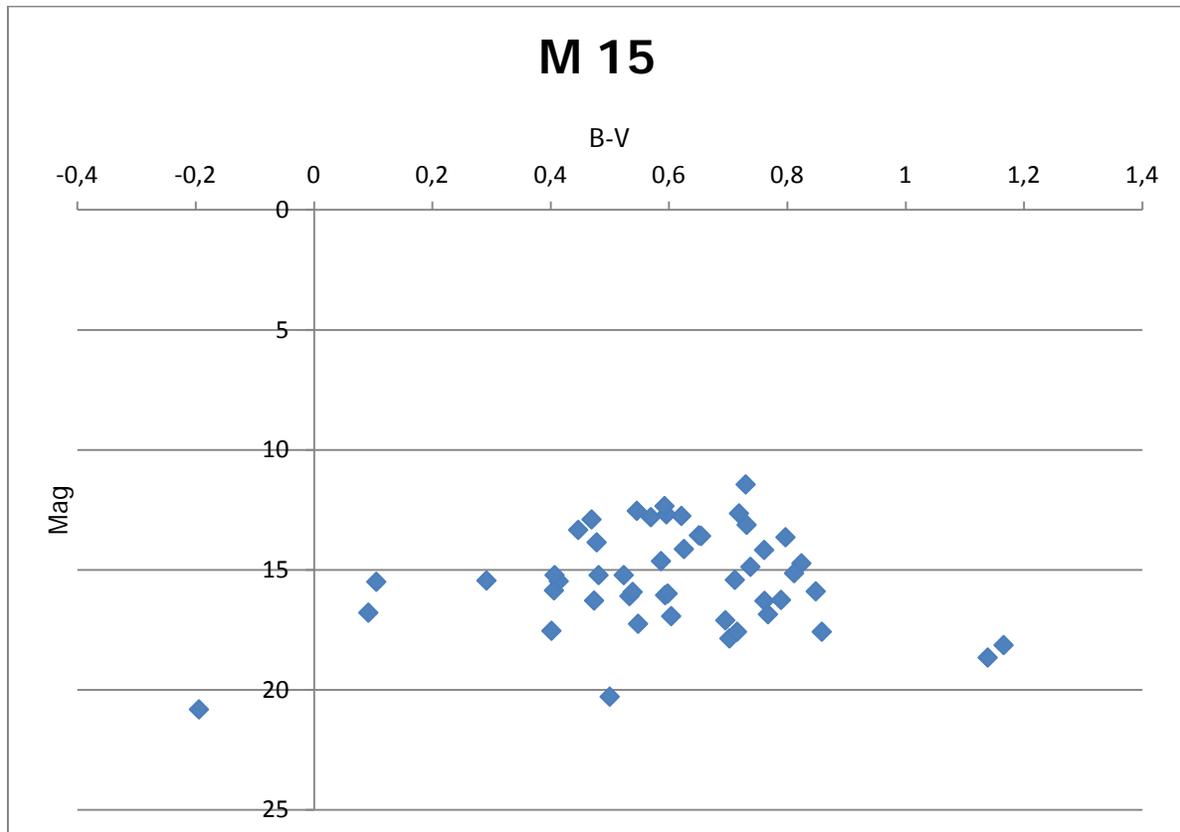


Les données obtenues sont :

# etoile	Indice V	Indice B	Log V	Log B	Log B - Log V	(mb - mv) reel	mv reel
1	1448	1364	7,277938573	7,218176838	-0,059761735	0,533976148	16,0953151
2	1356	1347	7,212294469	7,205635176	-0,006659292	0,47432579	16,28421251
3	1020	832	6,927557906	6,723832441	-0,203725465	0,695691647	17,10357016
4	2329	1694	7,75319427	7,434847875	-0,318346395	0,824446166	14,72771977
5	970	902	6,877296071	6,80461452	-0,072681551	0,548489071	17,24820357
6	786	637	6,666956792	6,456769656	-0,210187137	0,70295009	17,85347567
7	1800	1886	7,495541944	7,542213463	0,046671519	0,414418904	15,46913985
8	1085	960	6,989335266	6,866933284	-0,122401982	0,60434039	16,92579969
9	2406	2162	7,785720897	7,678788998	-0,106931898	0,586962734	14,63412118
10	1539	1443	7,338888134	7,274479559	-0,064408575	0,539195977	15,9199267
11	1354	1041	7,210818453	6,947937069	-0,262881385	0,762141919	16,28845989
12	1811	2116	7,501634458	7,657282793	0,155648335	0,292004459	15,45160804
13	1964	1866	7,582738489	7,531552381	-0,051186108	0,524343084	15,21822316
14	1966	1940	7,583756301	7,570443252	-0,013313049	0,481800003	15,2152943
15	865	693	6,762729507	6,541029999	-0,221699508	0,715882019	17,5778802
16	1115	853	7,016609684	6,748759547	-0,267850136	0,767723354	16,84731485
17	1575	1662	7,362010551	7,415776975	0,053766424	0,406449146	15,85338966
18	1782	2457	7,485491608	7,806696373	0,321204764	0,106033725	15,49806069
19	4550	4151	8,422882512	8,331104548	-0,091777964	0,56994021	12,80062554
20	3493	2965	8,158516245	7,994632311	-0,163883933	0,650937366	13,56136565
21	4394	4383	8,387995253	8,3854887	-0,002506553	0,469660988	12,90101708
22	4983	4643	8,513787398	8,443115988	-0,07067141	0,546231065	12,53903773
23	712	382	6,568077911	5,945420609	-0,622657303	1,166280809	18,13800945
24	3402	2535	8,132118773	7,837948916	-0,294169857	0,797288486	13,63732699
25	4059	3206	8,308691917	8,072779333	-0,235912584	0,73184767	13,12922028
26	4795	3831	8,475328987	8,250881145	-0,224447843	0,718969244	12,64970561
27	1465	1308	7,289610521	7,176254532	-0,113355989	0,594178962	16,06172791
28	4742	4225	8,464214267	8,34877454	-0,115439727	0,596519639	12,68168932
29	595	327	6,388561406	5,789960171	-0,598601235	1,139258454	18,65458597
30	2022	1487	7,6118424	7,304515946	-0,307326453	0,812067386	15,13447377
31	2819	2169	7,944137491	7,682021511	-0,26211598	0,761282135	14,17826174
32	4620	4026	8,438149984	8,300528606	-0,137621378	0,621436448	12,75669187
33	2866	2488	7,960672608	7,819234454	-0,141438155	0,625723861	14,1306803
34	3462	2928	8,149601736	7,982074875	-0,167526861	0,655029493	13,58701803
35	7293	5769	8,894670263	8,660254034	-0,234416229	0,730166804	11,44300957
36	5339	4771	8,582793649	8,470311206	-0,112482443	0,593197701	12,34046541
37	1138	1588	7,037027615	7,370230642	0,333203027	0,09255599	16,78856024
38	3153	3121	8,05610966	8,045908742	-0,010200917	0,478304123	13,85605074
39	1832	1473	7,513163545	7,295056416	-0,218107129	0,711846674	15,41843195
40	3774	3840	8,235890726	8,253227646	0,01733692	0,447370672	13,33871292

41	1555	1107	7,349230825	7,009408933	-0,339821892	0,848569747	15,89016458
42	1372	1029	7,224024808	6,936342736	-0,287682072	0,790000711	16,25045729
43	1959	2065	7,580189418	7,632885505	0,052696087	0,407651463	15,22555836
44	866	611	6,763884909	6,415096959	-0,348787949	0,858641384	17,57455542
45	2217	1741	7,70391021	7,46221494	-0,24169527	0,738343403	14,86953953
46	875	927	6,774223886	6,831953566	0,057729679	0,401997193	17,54480399
47	1503	1337	7,31521839	7,198183577	-0,117034813	0,59831141	15,98803873
48	281	506	5,638354669	6,226536669	0,588182	-0,193863734	20,81338014
49	338	328	5,823045895	5,793013608	-0,030032287	0,500580844	20,28191285

On obtient le diagramme suivant :



Il ne permet pas de tirer une quelconque conclusion. Les étoiles mesurées ne semblent ni faire partie de la séquence principale ni du groupe des géantes rouges.

L'explication de ce résultat est assez difficile à trouver mais on peut émettre plusieurs hypothèses :

- Mauvais choix d'étoiles mais insurmontable à cause d'un cœur d'amas trop saturé et du mode de fonctionnement d'IRIS pour la photométrie qui exige d'avoir beaucoup de noir autour des étoiles.
- Mauvaise calibration des images RVB (Seuil de sensibilité du capteur et des filtres)
- Quantité insuffisante d'étoiles.

En raison de ce résultat non satisfaisant l'âge de l'amas n'a pas pu être déterminé et il ne semble pas pertinent de réaliser les mesures sur nos autres objets photographiés car M15 semblait le candidat idéal pour les relevés photométriques.

Image LRVB de M15



7.3 M56



7.4 NGC 6934



En LRVB



7.5 M2



En LRVB



7.6 M71



En LRVB



8. Bilan et perspectives

Notre travail sur ces amas globulaires ne nous a pas permis d'aboutir à ce que nous voulions mais cela reste encourageant.

Les images au moment des acquisitions nous paraissaient pourtant satisfaisantes. D'autre part n'ayant pas Prism, nous avons dû convertir tous nos fichiers afin de pouvoir les traiter. Mission à approfondir...

Les conditions atmosphériques n'étaient pas si favorables et cela ne nous a pas permis de faire beaucoup plus malheureusement.

L'équipe a passé un très bon séjour sur un lieu unique et magique qu'est le Pic du Midi de Bigorre !