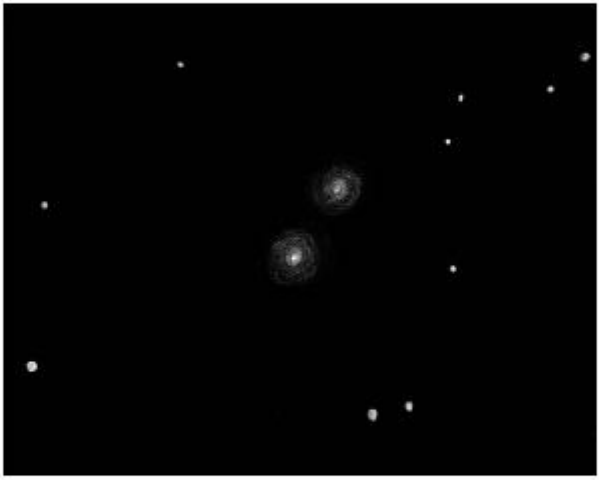
CIEL EXTRÊME



NGC 3226/7
Jérôme CRESPIN (07)

n°25 - Avril 2002

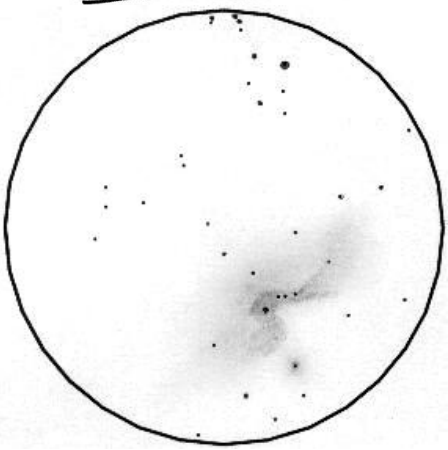
ÉDITORIAL

Vous tenez dans les mains le premier numéro "paginé" par mes soins. Après avoir surmonté toutes les subtilités de la mise en page sur Word (en attendant un logiciel plus approprié), voici ce que ça donne. Certes le passage de Mac à PC nous a ravi quelques jolies polices de caractères, mais j'espère pouvoir consacrer plus de temps à la partie "graphique" de la mise en page pour le prochain numéro, l'expérience aidant. Je dois en tous cas vous remercier pour votre aide, pour les nombreux messages chaleureux de soutien que vous m'avez fait parvenir, et pour votre fidélité : Ciel Extrême n'a pas été déserté puisqu'une soixantaine d'entre vous ont déjà renouvelé leur abonnement. Quant aux articles, ils sont présents à l'appel, et toujours aussi intéressants. Je vous demanderai cependant, ce qui aura pour effet de résorber une bonne partie du retard de ce bulletin, de me les envoyer au moins un mois à l'avance. N'hésitez pas à y ajouter vos dessins, afin d'équilibrer le rapport texte/images.

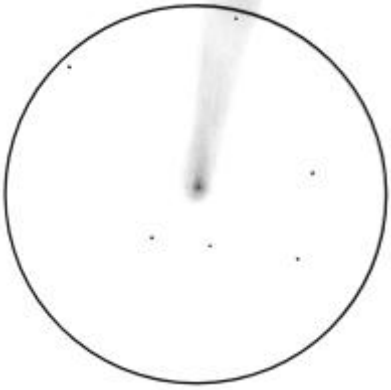
Une bonne nouvelle pour les inconditionnels de "Guide" : la version 8 est arrivée ! Peut-être fera t'elle l'objet d'un banc d'essai par l'un d'entre vous dans un prochain article.

Comme chaque année au printemps, les galaxies sont à l'honneur, mais vous trouverez aussi de quoi jeter votre dévolu sur les amas globulaires (ne sont ils pas d'ailleurs des pseudo-galaxies ?). Justement, entre les deux, l'observation de la galaxie naine Leo I n'a pas rebuté les observateurs de CE, et nous devons saluer le sérieux de ceux d'entre vous, qui, malgré la non-visibilité de l'objet, on quand-même envoyé un dessin du champ. Personnellement, j'ai pointé ma lunette de 60 mm au Nord de Regulus, mais je n'ai rien vu !

Jean-Raphaël



***M42 et M43**, J-R GILIS, L60mm, F/13, x20, champ 1°26', T=4, S=3, Mondétour (91), 02/2002*



***Comète Ikeya-Zhang**, J-R GILIS, L60mm, F/13, x20, champ 1°26', T=4, S=3, La Ferté Gaucher (77), 05/2002. Ne manquez pas ses passages près de NGC 6939-6946 le 25/04, M92 le 10/05 (pour les RAP !) et M 13 le 16/05 et M 5 le 29/06*

***En couverture :** NGC 3226/7, Jérôme CRESPIN SC ø203mm, F/10, 154x; T=1, S=1.5, Col de Mure (07), alt.765m, 08/02/92*

L'observation des amas de galaxies

Bertrand LAVILLE
bertrand.laville@free.fr

"Ciel pas tout à fait extrême", voilà comment devrait s'appeler notre Revue préférée. Car enfin, si l'on n'y compte plus les amas ouverts ou globulaires, les nébuleuses ou les galaxies, en 6 ans, pas un seul article sur les étoiles doubles, pas un seul sujet sur les amas de galaxies !

Pour ce qui concerne les premières, il est quand même incompréhensible que pas un d'entre nous n'ait jamais observé la duplicité des étoiles, même après un repas arrosé !

Pour ce qui est des secondes, je dois reconnaître que littérature et documentation sur le sujet sont assez réduites, et, à tout le moins, dispersées.

Si, à un moment de votre démarche astronomique, vous avez abordé la question, vous avez probablement rencontré des difficultés pour trouver les ouvrages qui expliquent ce que sont les amas de galaxies, et certainement buté sur l'absence de ceux qui vous auraient expliqué comment les observer.

Tel est le but de cet article : suggérer quelques clés grâce auxquelles vous pourrez, si vous le souhaiter, aborder et approfondir le sujet.

Le titre nous donne, en lui-même, le fil conducteur de l'article. D'abord, quelles sont les spécificités de l'observation de ces objets? Puis, si vous êtes toujours intéressé par le sujet, quels sont ces amas, et où trouver la documentation correspondante.

Enfin, il est aussi souhaitable de bien cadrer Jean-Raphaël pour son premier numéro de rédacteur en chef, et de ne lui laisser aucun espoir : nous n'accepterons jamais qu'il squatte notre Revue pour une observation du ciel à la lunette de 60 mm !

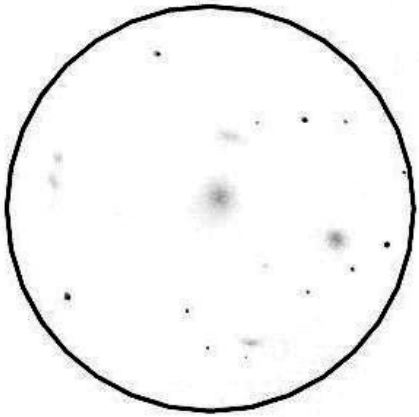


Fig1 : Centre de l'amas de la Vierge; J-R Gilis
T115mm, F/8, 45x, T=2, S=3; 1mm=1.09',
La Ferté-Gaucher, 03/2002

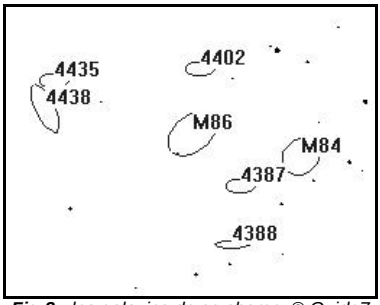


Fig 2 : *les galaxies de ce champ, © Guide7*
A l'exception de NGC 4402 et 4387, elles ont toutes été vues avec une L60mm par bonne

L'observation

Première clé :
L'observation des amas de galaxies n'est pas réservée aux Atlantis, Super Deep Sky, et autres Dobsons de 500mm ou plus. Vous pourrez déjà vous régaler sur plusieurs amas avec un C8. Vous pourrez même observer les galaxies principales de certains avec une lunette de 80mm.

Deuxième clé :
Il y a toujours un amas à observer, quelle que soit la période de l'année.
Vous en trouverez dans le Fourneau, dans Persée, Andromède, les Hyades, dans Hercule, Pégase, etc. C'est toutefois au printemps que vous en aurez le plus au bout de votre lorgnette, spécialement dans la Chevelure de Bérénice, le Lion, et la Grande Ourse.

Troisième clé :
Ne vous attaquez pas à l'observation d'un amas sans vous doter des moyens de repérage suffisants ; ils sont autant sinon plus nécessaires que les moyens d'observation.
Aucun atlas papier, même le Millenium, ne sera suffisamment précis. Lorsque vous aurez 2, 3, 4, voire 8 ou 10 lueurs de m14 ou 15v, ou plus, dans votre champ, vous ne pourrez les observer, ou même les reconnaître, encore moins les identifier, que si vous avez à votre disposition un plan suffisamment agrandi, détaillé, et renseigné.
Pour ce faire, vous aurez préalablement imprimé un agrandissement convenablement orienté de la carte de l'amas, ou de la partie de l'amas, que vous aurez affiché sur l'écran de votre ordinateur, grâce à votre CD Rom préféré.

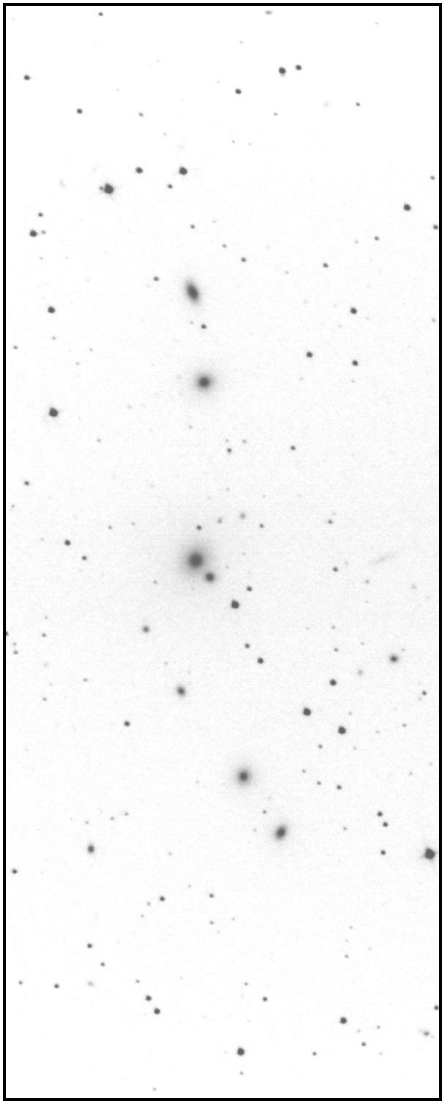
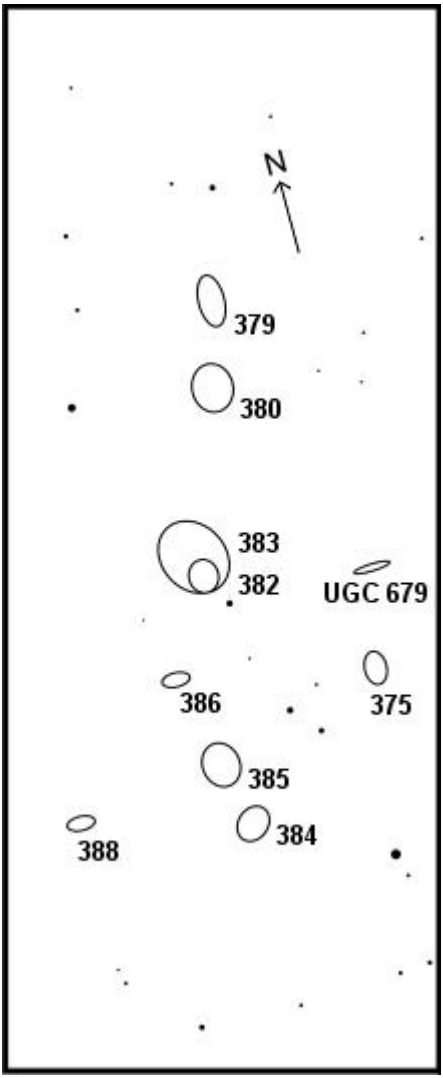
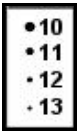


Fig 3 *: NGC 382 et al. = Arp 331 ;*
J-R GILIS et J-F SOULIER,
pose de 32 mn sur TP2415 H, T520mm, F=4 ? ,
Puimichel (04), alt. 730m, les membres les plus brillants sont accessibles dans un T115mm





NGC 382 et al. = Arp 331;
© Guide7
Sky Atlas p4, Ura p91
Const : Poissons

Pour ceux qui ne disposent pas des moyens informatiques nécessaires, j'avoue que je n'ai pas de solution. Pour les autres, j'indique que Guide7 n'est pas le meilleur logiciel : la base de donnée de Megastar, avec notamment le MCG, est plus complète, et Skymap Pro8, qui vient de sortir, est plus précis grâce aux dernières révisions du NGC-IC et du SAC, qu'il intègre.
Il est toutefois probable que Guide8, annoncé par Project Pluto pour le mois prochain … depuis bientôt un an, sera imbattable avec son million de galaxie (NDLR : ça y est il est sorti !). Cela signifie l'affichage et l'identification de pratiquement toutes les galaxies d'un amas donné, jusqu'à la magnitude 17 ou 18.
A titre d'exemple, la figure n°4 , parue dans *Sky and Telescope* de novembre 2002, détaille toutes les galaxies de l'amas Pegasus1, un des plus beaux du ciel d'automne : aucun logiciel du commerce n'est, à ce jour, aussi précis.

Quatrième clé :
Ne vous attendez pas à voir beaucoup de galaxies spirales. Non pas qu'il n'y en ait pas, mais, comme vous serez en train d'observer des galaxies nombreuses et lointaines, vous serez, la plupart du temps, aux environs de votre limite de magnitude accessible, disons entre VI3 et VI5, pour être plus précis.
Dans ces conditions, il arrivera souvent que la partie perçue de la galaxie se réduise à la condensation centrale, d'aspect forcément plus circulaire que le halo. Ce dernier, dont la brillance de surface est plus faible, restera hors de portée de vos possibilités, et vous aurez l'impression d'une population composée en majeure partie de galaxies elliptiques.
Même si c'est souvent le cas, l'impression

visuelle accentue le phénomène.

Cinquième et dernière des clés principales pour l'observation des amas de galaxies :

Ne vous privez jamais de revenir sur un amas que vous avez déjà observé, et ceci pour deux raisons.
La première, je suis certain que vous l'avez déjà vérifié, c'est que l'on détaille mieux une image qu'on connaît, qu'une image qu'on découvre. J'emploie à dessein le mot image, et non pas le mot objet, car c'est de l'ensemble du champ de l'oculaire dont je parle. Dans le cas d'un amas, ou d'une partie d'amas, connu, chaque galaxie déjà observée est, en soi, un repère mémorisé qui vous permet de mieux situer la ou les galaxies que vous n'avez pas pu entrevoir lors de votre première observation.
La deuxième, c'est que vous avez, bien sûr, exploré la partie centrale de l'amas, celle qui est la plus dense, lors de votre première découverte. Vous pourrez, cette fois, passer le temps qu'elles méritent sur les zones périphériques, que vous aviez négligées parce qu'il commençait à faire frisquet, ou que l'aube pointait.

Les amas de galaxies

Vous avez maintenant une idée de ce qu'il convient de faire pour optimiser votre observation. Mais quel amas observer ?
Et d'abord, qui sont ces amas ?

Le plus simple, pour aborder cette question, est de faire le parallèle entre amas d'étoiles (je parle des amas ouverts) et amas de galaxies.

On trouve d'abord des associations de deux galaxies, comme on trouve des étoiles doubles (tiens ! nous revenons au début de notre propos …). Vous en trouverez des exemples en relisant l'article de Vincent Leguern dans le numéro 13 de CE, à la page 39. Ensuite, on monte progressivement en puissance pour le nombre des constituants du groupement.
The Deep Sky Observer, la revue de la Webb Society, a publié un numéro spécial à l'automne 2000, le n° 122, regroupant 137 trios de galaxies.
Si l'on passe du trio au quatuor, c'est du catalogue Hickson qu'il s'agit.
Il n'y a pas, à ma connaissance, de catalogues spécialisés en quintette, sextuor, etc.…En fait, lorsqu'on est en présence d'un ensemble, disons de 5 unités à une ou deux dizaines de galaxies, on parle de "groupe". On détaillera, par exemple le groupe NGC 507, dans les Poissons, en assimilant le nom du groupe à celui de la galaxie la plus brillante, considérée un peu comme le mâle dominant de la meute.
C'est au-delà que l'on parle d'amas. Regardons de plus près ce qu'ils sont, en nous limitant à ceux qui nous sont accessibles. On peut les classer en deux catégories : les amas Abell, et …les autres.

Le catalogue Abell, ou catalogue AGC

Il a été établi, dans les années 50, par Georges Abell d'après les plaques photographiques du Palomar Sky Survey, et recense 2712 amas au nord de la déclinaison –30°. Quelques années plus tard, il a été étendu à l'ensemble du ciel austral sous le nom de RCG (Revised Clusters of Galaxies), et le nombre d'amas porté à 5250. A nos latitudes, seul le catalogue AGC nous concerne.

TABLEAU 1 : AMAS DE GALAXIES
CARACTERISTIQUES ET SOURCES DE DOCUMENTATION

AMAS DE GALAXIES
CARACTERISTIQUES ET SOURCES DE DOCUMENTATION

Nom	Const	N° Abell	Galaxie mag mini NGC	Alpha h	Alpha min	Delta deg	Delta min	Diam min	M1	M3	M10	Nb de Gal (1)	Gr de rich R (2)	Gr de dist D (3)	Notes
	Cet	**119**	U 579	**0**	56	**-1**	15	40	13.3V		15.0	69	1	3	
Haufen A	Cet	**151**	IC 77	**1**	8	**-15**	25	40	14.0		15.0	72	1	3	
	Cet	**194**	541, 5, 7	**1**	25	**-1**	30	65	12.1v	12.2v	13.9	37	0	1	dans le super amas de Persée
	And	**262**	708	**1**	52	**48**	2	86	12.7v	13.7v	13.3	40	0	1	
	And	**347**	910	**2**	25	**41**	52	86	12.1V		13.3	32	0	1	
	Cet	**400**	P 11188	**2**	57	**6**	2	65	13.8			58	1	1	
Perseus	Per	**426**	1275	**3**	18	**41**	32	126	11.8v	12.1v	13.3v	88	2	0	
Fomax II	For		1232	**3**	28	**-20**	45	7°	9.9v						
Fomax I	For		1316	**3**	32	**-35**	20	7°	8.2v	9.3v	11.0v				
Gemini	Gem	**568**	2333	**7**	7	**35**	2	34	14.2P		15.4	36	0	3	
Cancer	Cnc		2563	**8**	21	**20**	56		12.2v	13.8v	14.2				
Hydra II	Hya	**732**	2716	**8**	58	**3**	9	13	11.8v		17.7	65	1	6	
	Lynx	**779**	2832	**9**	19	**33**	46	68	11.9V			32	0	1	
Leo	Leo	**1020**	P 30717	**10**	27	**10**	25	25	15.8		16.0	68	1	4	confondu avec AGC 1016 ?
	Leo	**1016**	IC 613	**10**	27	**10**	58	33	14.8	15.1	15.4	37	0	3	confondu avec AGC 1020 ?
Hydra I	Hya	**1060**	3309, 11	**10**	36	**-27**	32	115	11.4v	11.6v	12.7	50	1	0	
Ursa Maj II	UMa	**1132**	P 33014	**10**	58	**56**	46	17	16.5		17.0	74	1	4	
Leo A	Leo	**1185**	3550	**11**	10	**28**	41	55	13.3v		14.3	52	1	2	
	Uma	**1228**	U 6394	**11**	21	**34**	19	68	14.8	14.9	13.8	50	1	1	
	Leo	**1367**	3842, 62	**11**	44	**19**	50	68	11.8v	12.7v	14.3v	117	2	1	dans le super amas Coma
Ursa Maj I	UMa	**1377**	3888	**11**	47	**55**	44	40	12.1v	13.9v	15.0	59	1	3	
Virgo	Vir		M87	**12**	30	**12**	23	12°	8.4v	8.8v	9.8v				dans le super amas Local
Centaurus	Cen	**RCG3526**	4696	**12**	50	**-41**	18	220	11.4P	11.6V	12.9V	33	0	0	
Coma	Com	**1656**	4889	**12**	59	**27**	59	78	11.4V	12.1V	13.2V	106	2	1	dans le super amas Coma
	Boo	**1890**	5535	**14**	17	**8**	11	32	15.1	15.3	15.5	37	0	3	
Bootes	Boo	**1930**	5672	**14**	33	**21**	33	17	13.5v		17.0	60	1	5	
Corona Bor	CrB	**2065**	P 54876	**15**	22	**27**	43	30	15.1V	15.6V	16.5V	109	2	3	
	Her	**2147**	U 10143	**16**	2	**15**	53	68	14.2P	14.5	13.8		1	1	
Hercules	Her	**2151**	6040, 47	**16**	5	**17**	45	68	13.3v	13.5v	14.2v	87	2	1	dans le super amas d'Hercules
		2152	P 57068	**16**	5	**16**	27	68	13.4		13.8	60	1	1	dans le super amas d'Hercules
	Her	**2197**	6173	**16**	28	**40**	54	65	12.1v	14.5	13.9	73	1	1	dans le super amas d'Hercules
	Her	**2199**	6166	**16**	28	**39**	31	65	11.8v		13.9	88	2	1	dans le super amas d'Hercules
Pegasus II(?)	Peg	**2634**	7720	**23**	38	**27**	1	68	12.3V		13.8	52	1	1	
Pegasus I	Peg		7619	**23**	22	**9**	2	~60	11.1v	12.9V					

magnitudes : P photographique V photométrique dans le jaune v visuelle sans précision : phometrique dans le bleu B

TABLEAU 2

AMAS DE GALAXIES
DOCUMENTATION

Nom	N° Abell	DSO HB	Sky 2000	DSO QJ		S & T		NSOG		OBSERV HB	Glxs & the Univ
		page	page	N°	date	Date	page	Tome	page	page	page
	119	100									
Haufen A	151		*xxxv*								
	194	103	*xxxv*								
	262	111						1	20		
	347	119				2000(?)	?	1	23		
	400		*xxxv*								
Perseus	426	123	*xxxv*					**1**	**307**	192	
Fornax II			*xxxv*								
Fornax I			*xxxv*	**115**	**janv-99**			1	201	119	
Gemini	568		*xxxv*								
Cancer			*xxxv*					*1*	*80*		
Hydra II	732		*xxxv*								
	779							1	236	162	
Leo	1020		*xxxv*								
	1016										
Hydra I	1060		*xxxv*					2	216	133	
Ursa Maj II	1132		*xxxv*								
Leo A	1185	133	*xxxv*								
	1228	136									
	1367	139	*xxxv*					2	247	147	**103**
Ursa Maj I	1377	149	*xxxv*								
Virgo		51	*xxxv*					**2**	**423**	260	
Centaurus	RCG3526		*xxxv*			avr-02	101				
Coma	1656	152	*xxxv*							88	**98**
	1890							2	33		
Bootes	1930		*xxxv*								
Corona Bor	2065	170	*xxxv*			mai-00	128	2	113		
	2147	170		**125**	**Sum 01**						
Hercules	2151	174	*xxxv*	**125**	**Sum 01**			**2**	**193**		
	2152		*xxxv*	**125**	**Sum 01**						
	2197	183	*xxxv*			juin-00	115	2	195		
	2199	188	*xxxv*			juin-00	115	2	195		
Pegasus II(?)	2634		*xxxv*	**118**	**Aut 99**						

AMAS DE GALAXIES
CATALOGUE ABELL

TABLEAU 3

Groupe de richesse R	Nombre de galaxies
0	30 - 49
1	50 - 79
2	80 - 129
3	130 - 199
4	200 - 299
5	300 et +

TABLEAU 4

Groupe de distance D	M10ème
1	13.3 - 14.0
2	14.1 - 14.8
3	14.9 - 15.6
4	15.7 - 16.4
5	16.5 - 17.2
6	17.3 - 18.0
7	18 et +

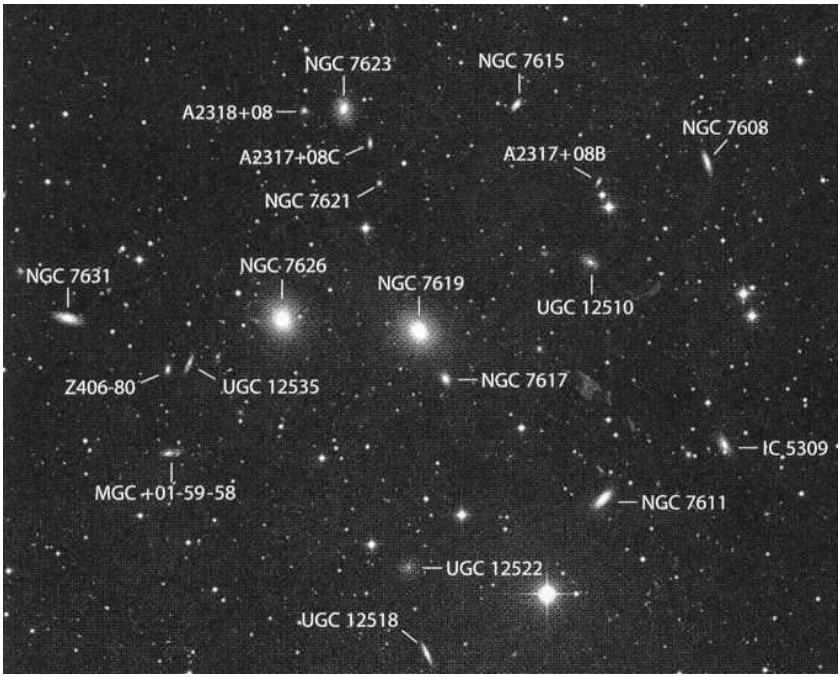


Fig4 *: l'amas Pegasus One (partiel), © Sky and Telescope, novembre 2001, p125.*

Ce catalogue ne doit pas être confondu avec un autre catalogue, établi aussi par Georges Abell, à partir de l'examen des même plaques, mais qui se rapporte aux nébuleuses planétaires, et qui concerne moins de 100 objets. Pour éviter la confusion, il est d'usage de parler, d'une part, du catalogue AGC (Abell Galaxy Clusters), et, d'autre part, des nébuleuses Abell.

Vous trouverez, regroupés dans le tableau n°1, les amas les plus intéressants à observer, et dans le tableau n°2, les ouvrages et articles qui en traitent. Les références précises se trouvent à la fin du présent article. Parmi ceux ci, la bible est certainement le volume 5, dans la série des *Deep Sky Observer's Handbook* de la Webb Society, qui traite exclusivement du sujet, mais qui date de 1982, et qui est bien dépassé pour tout ce qui est de la cartographie et de l'identification.

Bien sûr, Abell n'a pas entassé ses 5000 amas dans le même sac ; il a éprouvé le besoin de les classer en différentes catégories, selon leurs caractéristiques spécifiques, un peu comme Trumpler avait, quelques années auparavant, classé ses amas d'étoiles suivant leur concentration, leur richesse, et l'étagement des magnitudes des étoiles les composant.

Malheureusement, peu d'amas de galaxies se ressemblent, et la mise en évidence de "groupes de ressemblance" se révèle problématique. Là encore, nous n'entrerons pas dans les détails (ce qui m'arrange bien, car je ne serais pas loin de m'y noyer), mais il est tout de même nécessaire de dire quelques mots sur trois aspects possibles de classification.

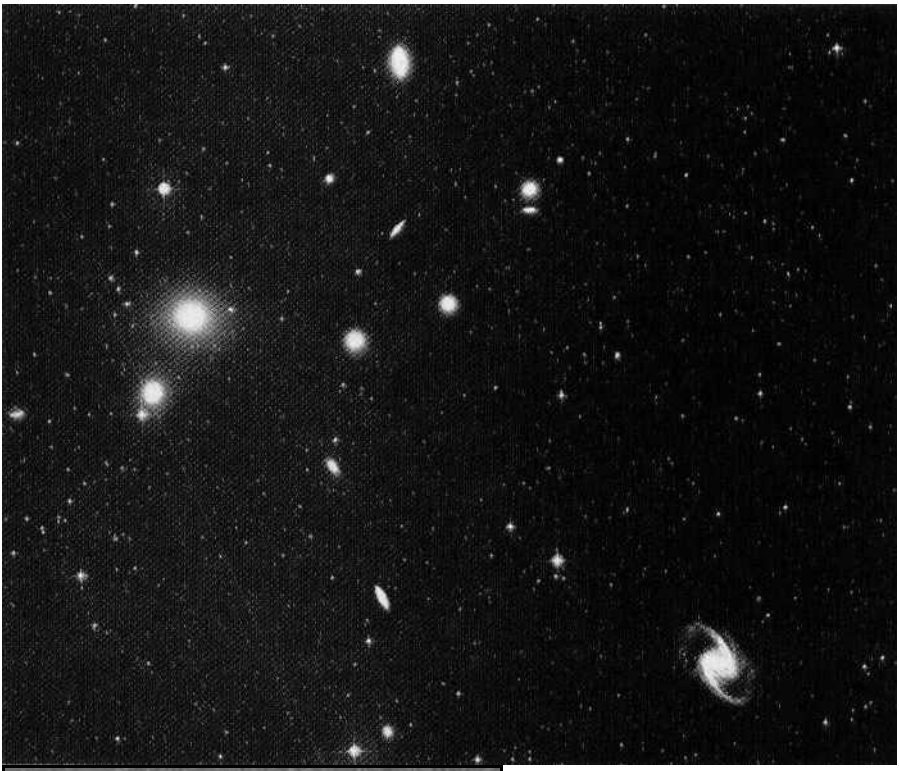
L'organisation interne

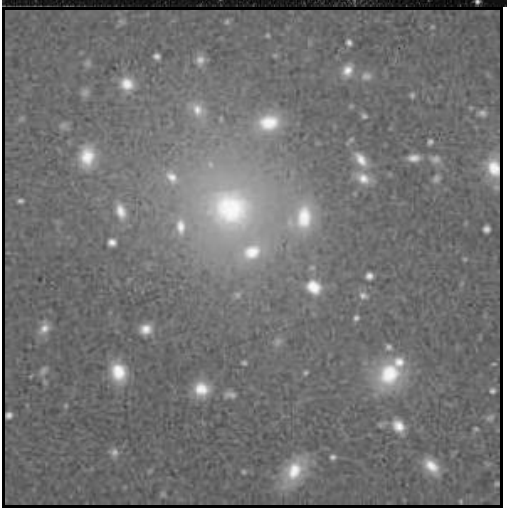
Beaucoup d'amas fonctionnent suivant le principe de la ruche d'abeilles. Il y a d'une part les abeilles ouvrières, qui sont les galaxies "ordinaires", elliptiques ou spirales, et d'autre part la reine, qui est une galaxie hypertrophiée au centre de l'amas, toujours elliptique, et qui représente le type de galaxies les plus massives connues. La figure n° 6 représente NGC 4874, dans l'amas Coma : elle est le plus bel exemple de reine entourée de sa garde rapprochée d'ouvrières. Malheureusement, tous les amas ne sont pas des ruches, et parmi les ruches, il y en a avec deux et même trois reines.

Les groupes de richesse

Il s'agit de classer l'amas, non pas suivant le nombre total de galaxies comme Trumpler avait classé ses amas ouverts suivant le nombre total d'étoiles, mais suivant le nombre "d'ouvrières principales". Abell, et ses suiveurs que sont Rood et Sastry, écartent les deux galaxies les plus brillantes de l'amas, considérant à juste titre et en fins politiques, qu'il ne peut y avoir de comparaison possible entre une reine et une simple ouvrière, et ils comptabilisent, parmi les ouvrières, celles dont la magnitude n'est pas supérieure (donc de luminosité moindre) de plus de deux par apport à celle de la galaxie de rang 3 dans l'amas, c'est à dire en fait, la première des ouvrières.

Il ne faut pas confondre ces deux notions ; vous pourrez entendre parler d'un amas de plus de mille galaxies, et lire dans les infos de Guide ou Megastar "nombre de galaxies : 72". Le premier nombre représente le nombre total de galaxie de l'amas, le deuxième le nombre de galaxies dans la classification de





Ci-dessus : fig 5 :
Amas de galaxies du Fourneau, Abell 4449 - L'elliptique à gauche est NGC 1399 (m10), la spirale en bas à droite, NGC 1365 (m10)
Sky and Telescope, avril 2002, page 20

Ci-contre : fig 6 :
Abell 1656, environs de NGC 4874, Digitized Sky Survey

Rood-Sastry.

Le tableau n° 3 détaille les six niveaux de cette classification. On voit immédiatement que pour avoir droit au "label Abell", la cohorte des abeilles ouvrières doit être d'au moins 30. Une brigade de 10 ou 20 membres ne peut être considérée comme un amas.

Les groupes de distances

Avec ce critère, les amas sont classés suivant la luminosité de leurs membres. Ces derniers étant approximativement à la même distance par rapport à nous, Abell a considéré que ce critère de luminosité moyenne pouvait être représentatif de leur distance respective.

Il ne s'agit pas de dire : "cet amas, dont les galaxies ont telle magnitude, est à telle distance", mais simplement " cet amas, dont les galaxies sont plus faiblardes, est plus éloigné que tel autre."

Et pour avoir un système de mesure simple et accessible, Abell a arbitrairement décidé que l'échelon représentatif serait la magnitude de la dixième galaxie la plus brillante de l'amas.

Vous trouverez dans le tableau n°4 les 7 classes de distances correspondantes. Sauf à ce que Frédéric Géa se décide à réaliser un dobson de 2m, je parle de diamètre et non pas de distance focale, bien entendu, les classes de distances 5, 6, et 7 ne nous concernent pas.

Les autres amas

Je ne vous en dirai que quelques mots, vous allez immédiatement comprendre pourquoi.

Il y a d'abord les amas qui n'ont pas droit au label Abell.

Deux raisons possibles :

- ils sont trop près, et perdent *visuellement* leur aspect d'amas. C'est le cas de l'amas de la Vierge, qui s'étend sur près de 30°.
-la brigade n'est pas assez nombreuse. C'est le cas de Pegasus 1, précédemment mentionné à propos des logiciels de cartographie.

Il y a ensuite les amas "au-delà" du catalogue Abell, si l'on peut dire. Ils ont été répertoriés par Zwicky, au total près de 10000. Mais ils sont visuellement tellement faibles que, même Frédéric Géa ne peut rien pour eux.

A vos marques

Si cet article vous a donné envie de viser un amas, ou même simplement de potasser une des revues détaillées ci-après, alors il aura atteint son but.

Ne vous en privez pas : au moment où vous recevrez ce numéro de CE, vous aurez, au transit en milieu de soirée, deux des plus belles surprises que peut vous réserver le catalogue Abell : l'amas Coma, Abell 1656, dans la Chevelure de Bérénice, et les environs de NGC 3842, dans Abell 1367, lui-même dans le Lion.

Ce dernier champ est peut être le plus fantastique que vous pourrez observer dans tout le ciel boréal : 10 galaxies de m12.8 à 15.4B, dans un diamètre de 11' !

Quant à l'amas Coma, l'observer sera pour vous une merveille, même si c'est au travers d'un T200, voire un T150. Avec mon LX200/254, certes dans un bon site - montagne, mvlonUMI 6.2 à 6.3, mvlonZ 6.5 -, avec Guide7, un portable, et un go-to affichant automatiquement le champ à l'oculaire, et

surtout beaucoup de patience et d'opiniâtreté – près de 20 heures en 5 nuits passées sur l'amas – j'ai pu y observer, individualiser, et dessiner près de 60 galaxies. Si vous avez pité à l'hameçon, pensez à accrocher à votre tableau de chasse (ou plutôt de pèche) :

- en septembre, Pegasus 1 dont nous avons déjà parlé
- en décembre, l'amas du Fourneau. Cet amas serait assurément l'un des beaux à observer s'il n'était pas situé à des déclinaisons aussi australes. Il est toutefois accessible, dans le sud de la France, et dans un bon site comme le Mont Chiran (voir CE n°10, juillet 1998), ou l'observatoire Sirène sur le plateau d'Albion : par un ciel limpide, le spectacle est remarquable.

Références de la documentation :

DSO HB *: Webb Society Deep-Sky Observer's Handbook, volume 5, Clusters of Galaxies, Kenneth Glyn Jones.*

Sky 2000 : *Sky Catalogue 2000.0, volume 2, Double Stars, Variable Stars and Nonstellar Objects, Roger W. Sinnott*

DSO QJ : *The Deep-Sky Observer, The Quarterly Journal of The Webb Society*

S & T : *Sky and Telescope, Sky Publishing Corporation, Cambridge, USA.*

NSOG : *The Night Sky Observer's Guide, G. Kepple and G. Sanner, Willman-Bell, Richmond, USA*

OBSERV HB : *Observing Handbook and Catalogue of Deep-Sky Objects, C. Luginbuhl and B. Skiff, Cambridge University Press*

Glxs & the Univ : *Galaxies and the Universe, D. Eicher, Kalmbach Publishing, Waukesha, Wisconsin, USA*

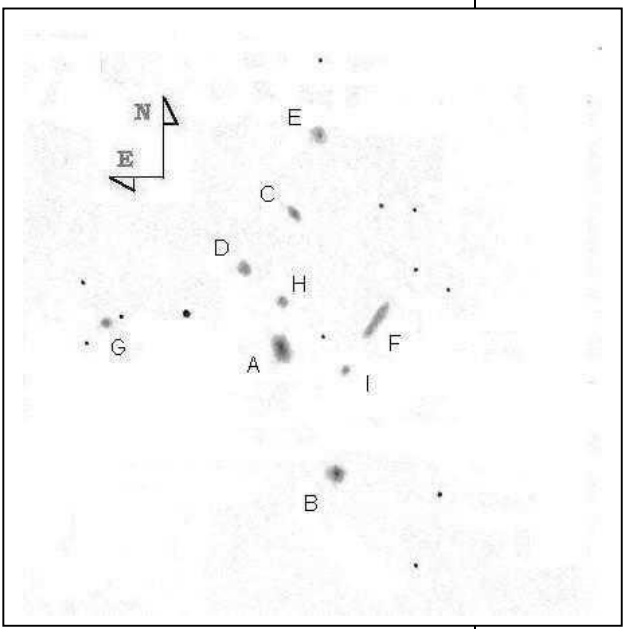


Fig 7 : *Abell 1367, environ de NGC 3842, B. LAVILLE, TSC 254 mm*
1mm = 12 ''
A=NGC 3842
F=UGC 6697
G=NGC 3851

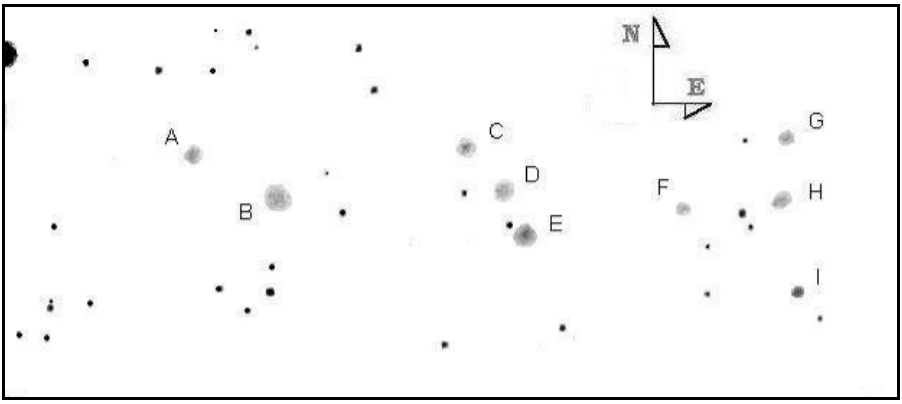


Fig 8 : *Abell 2151, partie centrale, B. LAVILLE, TSC 254 mm.*
1mm = 15'', A = NGC 6039 et 6040, B = NGC 6041, H = IC 1183

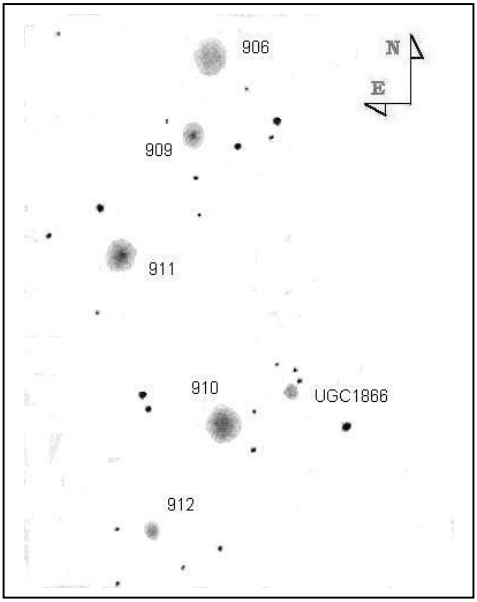
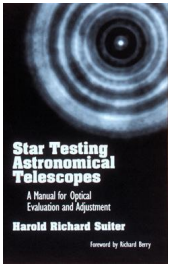


Fig 9 : *Abell 347, partie centrale, B. LAVILLE, TSC 254 mm. 1mm = 18 ''*

Lectures …

Fabrice MORAT
Chalet Albiréo – La Pesse
74130 ENTREMONT

Star testing astronomical telescopes, a manual for optical evaluation and adjustment
Harold Richard Suiter
Préface de Richard Berry
Editions Willmann Bell
4e édition avril 1999
364 pages - 23,5 cm x 16 cm
Prix : 40 Euros



Star testing astronomical telescopes

Lorsque j'ai compulsé pour la première fois l'ouvrage de Suiter à la défunte librairie WORLD DATA (Paris 1er), les nombreux dessins de taches de diffraction m'ont paru intéressants mais le texte technique du livre m'avait quelque peu effrayé. Après tout, j'étais en présence d'un livre spécialisé en optique instrumentale et de plus, écrit en anglais ! Un an après, sur les recommandations de certains auteurs, je réalisais fermement son achat au même endroit, persuadé que je tenais là un ouvrage de référence ! Une autre année s'écoula avant d'entreprendre sa lecture définitive (de A à Z) motivé par l'arrivée d'un nouveau tube optique qu'il fallait bien que je teste avant l'expiration de la garantie.

L'édition, un peu chère peut-être, est tout de même reliée comme beaucoup d'ouvrages américains, avec des pages sur papier glacé très agréables à compulser. Pour les lecteurs pressés, un bon résumé dans les premiers chapitres rassemble tous les défauts optiques rencontrés dans un instrument (images intra et extra-focales à l'appui) et qui seront développés en profondeur par la suite. Le STAR TEST permet de se faire rapidement une idée de la qualité optique de son tube en sortie par l'analyse des images d'étoiles légèrement défocalisées; et cela sans frais, sans matériel annexe et sans connaissance optique pointue. Sur ce point, cette méthode prend le dessus sur les tests de Foucault, de Ronchi, de Hartmann ou encore d'autres techniques interférométriques. Suiter, d'ailleurs, fait le point objectivement sur tous ces tests (en appendice). Ce livre se révèle très pratique d'utilisation avec des appendices, glossaire et index fort bien faits en fin d'ouvrage. Ce guide du STAR TEST est destiné avant tout à un usage sur le terrain . Suiter recommande d'ailleurs de se faire la main sur un maximum d'instruments. Le prochain Pilat 2002 semble être le terrain de jeu idéal pour mettre ces conseils en pratique ! Ainsi, ce livre devrait intéresser tout nouvel acquéreur d'instrument du commerce mais aussi tous les constructeurs de Newtons et de Dobsons. Paraît-il que ces derniers sont légion au sein de CE.

Suiter nous met en garde sur les conditions du STAR TEST car il s'agit d'opérer soit au cours d'une nuit assez stable, soit de jour (mire artificielle) sur un tube optique propre, équilibré thermiquement et bien collimaté. On traque alors les défauts optiques à G ≈ D ...On s'occupe de quantifier l'aberration de sphéricité en premier car c'est l'erreur la plus commune et la plus facile à individualiser dans le STAR TEST.

Les autres défauts, généralement, se mêlent ensemble. Voici l'énumération des problèmes optiques décrits par Suiter contribuant à la baisse de performance d'un instrument:

- aberration de défocalisation (mauvaise mise au point)
- aberration de sphéricité (le célèbre λ/onde)
- décollimation
- turbulence instrumentale et locale
- turbulence atmosphérique
- contraintes et déformations sur les optiques
- effets de l'obstruction (secondaire, araignée, poussières et rayures)
- aberration zonale
- cas particulier des bords rabattus
- aberration chromatique
- aberration de rugosité(qualité de polissage)
- astigmatisme

Suiter accompagne chaque situation de taches de diffraction (en intra et en extra-focale) générés par ordinateur et d'un graphique expliquant l'inévitable baisse de contraste. Et chaque fois que possible, Suiter propose des solutions pour diminuer le défaut optique. Hormis les problèmes liés à la turbulence, les trois premières aberrations citées ci-dessus sont les plus courantes sur le terrain avec des effets plus ou moins dévastateurs sur la qualité des images. L'auteur se veut rassurant sur la qualité optique des instruments du commerce dits "limités par la diffraction", soit à λ/4 sur l'onde et il reconnaît que la plupart des fabricants respectent cette fameuse limite de RAYLEIGH, l'instrument étant parfois réglé par ailleurs. Suiter nous avoue que le plupart des instruments qu'il a testés étaient capables de fournir des images correctes, mais que leurs propriétaires, déçus à tort, n'osaient pas faire les réglages et se contentaient d'images médiocres. L'auteur du STAR TEST insiste sur le fait de ne pas se focaliser sur un seul type d'aberration mais qu'il est nettement préférable de diminuer les effets de toutes. Par exemple, les qualités et défauts d'un instrument ne se limitent pas à son obstruction centrale, ni à son lambda (λ).

A ma connaissance, Suiter est le seul auteur qui ose avancer le fait suivant qui va peut-être vous surprendre : " Pour obtenir en final un meilleur contraste, il suffit d'obtenir un plus gros instrument "; on dit plus brutalement : "montons en diamètre pour obtenir de meilleures images ..." Et il le prouve sur des exemples comme celui-ci : un T400 obstrué à 25% avec une aberration de sphéricité de λ/5 sur l'onde, un peu décollimaté et avec des miroirs contraints, sera aussi bon, dans les pires conditions de contraste, qu'un instrument parfait (non obstrué) de diamètre 150 mm, avec toutefois une luminosité bien supérieure. Alors, amis Dobsoniens, rien n'est perdu pour concurrencer les grosses lunettes apo !

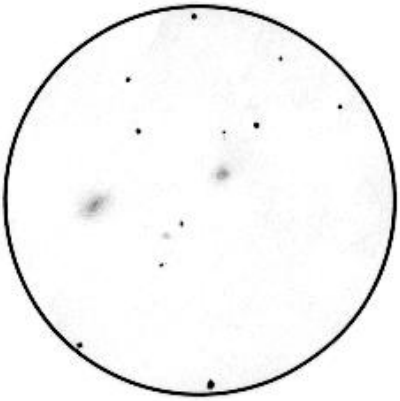
Les plus grands l'ont lu (J. DRAGESCO, T. LEGAULT) et pourquoi pas vous ? la haute résolution ou tout simplement l'envie de sublimer son instrument n'est pas réservée aux seuls spécialistes du "planétaire" !

Nota : Suiter propose une version informatique (sur commande) qui calcule automatiquement la perte de contraste de votre tube optique en fonction des caractéristiques instrumentales dans les conditions les plus variées.

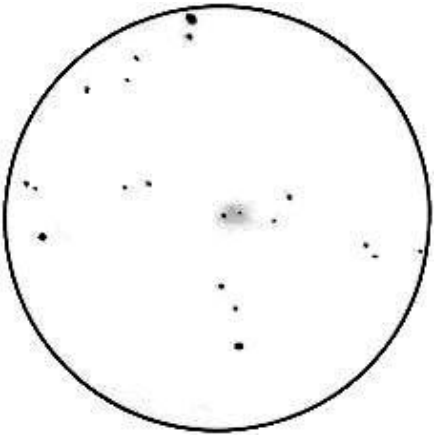
Galaxies de printemps aux petits instruments

Jean-Raphaël GILIS
33 rue des Bourdonnais
75001 PARIS
gilis@club-internet.fr

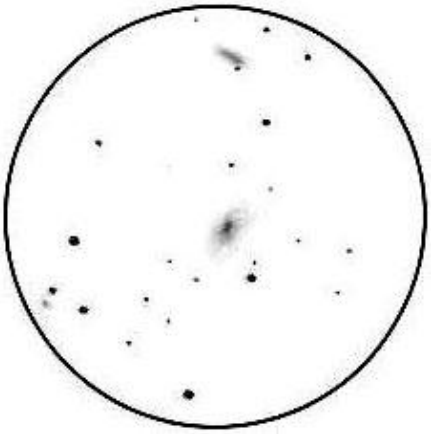
Les galaxies sont déjà les objets les plus nombreux à observer dans des instruments d'initiation, bien que très concurrencées par les amas ouverts… Mais elles sont en général moins accessibles. Malgré cela, sans avoir accès aux amas qui concentrent plusieurs dizaines de galaxies sur seulement quelques degrés voire quelques dizaines de minutes d'arc, on peut se faire la main sur de jolis groupes, avec une 60 ou un 115. En voici quelques exemples, ainsi que quelques galaxies isolées intéressantes. (cf. également le centre de l'amas de la Vierge au début de l'article de Bertrand LAVILLE).



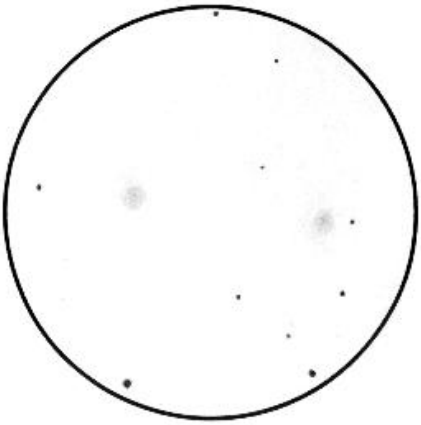
M59, M60, NGC 4638; *J-R Gilis T115mm, F/8, 45x, T=?, S=?; 1mm= 1,6', La Ferté-Gaucher (77), 05/2001*



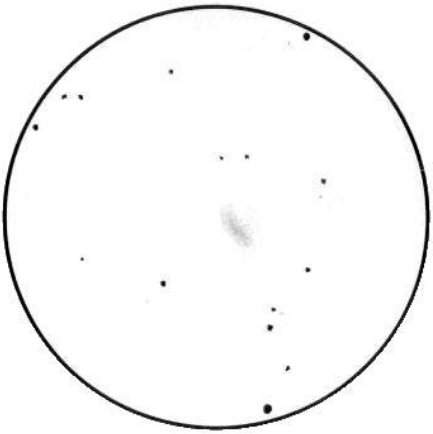
NGC 2403; *J-R Gilis, L60mm, F/13, T=1, S=?; 1mm= 1,7'', Puimichel (04), alt. 730m, 04/2001*



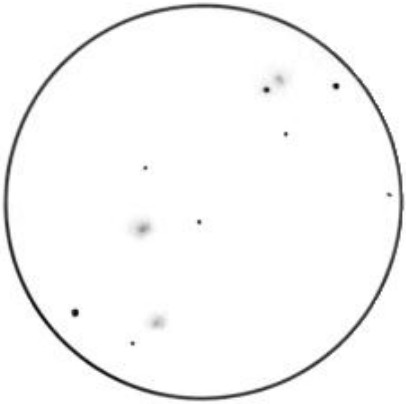
M 81, M82, NGC 3077; *J-R Gilis, L60mm, F/13, 20x, T=1, S=?; 1mm= 1,7', Puimichel (04), alt. 730m, 04/2001*



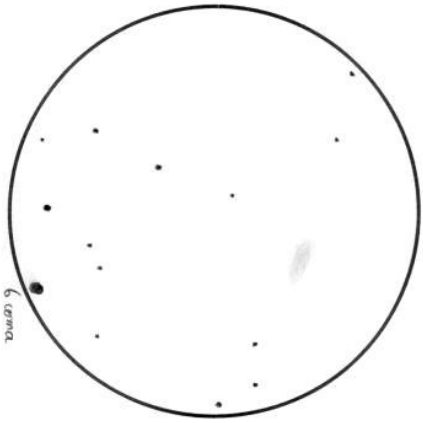
M 95 et M 96; *J-R Gilis, L60mm, F/13, 20x, T=2, S=3; 1mm= 1,7', La Ferté-Gaucher (77),*



M90; *J-R Gilis, T115mm, F/8, 45x, T=?, S=?; 1mm= 1,6', La Ferté-Gaucher (77), 04/2001*



NGC 4473, 4477 et 4459; *J-R Gilis**,** T115mm, F/8, 45x, T=?, S=?; 1mm= 1,6', La Ferté-Gaucher (77), 04/2001*



M98; *J-R Gilis**,** T115mm, F/8, 45x, T=?, S=?; 1mm= 1,6', La Ferté-Gaucher (77), 04/2001*

Normes de turbulence commentaires (2)

Fabrice MORAT
Chalet Albiréo – La Pesse
74130 ENTREMONT

Décidément, les articles de CE ont sur moi un effet plutôt catalyseur. car un sujet aussi délicat que la turbulence aurait été abordé, pour ma part, seulement dans plusieurs années, ne me sentant pas assez mûr en cette matière. Cet article, je l'espère, ouvrira des voies nouvelles su la façon de quantifier la turbulence en mêlant étroitement instrumentation, turbulence, et possibilité de dessin. Il ne remet pas en question l'échelle de cotation définie par CE et commentée avec brio par Bertrand.

La turbulence zénithale, quelques repères

t_{diurne} = 1,2 " en moyenne et jusqu'à 3" dans l'après-midi ou dans le pire des cas.
$t_{site\ français\ en\ plaine}$: entre 0,4" et 1" en moyenne, rarement 2".
$t_{excellent\ site\ français}$: entre 0,1" et 0,3" en moyenne. A Puimichel (Haute Provence), Dany Cardoën compte une trentaine de nuits par an ou t<0,3 ". Au Pic du Midi, t = 0,2 " est atteint assez fréquemment et t=0,1 " quelques nuits par an mais seulement sur une partie de la nuit !

$t_{votre\ site\ habituel}$ = ?

Cf suite de l'article ...

Turbulence et possibilité de dessin

G = grossissement, D = diamètre instrumental

L'excellent tab. no 2 reliant t à D (cf CE no24 p12) est riche d'enseignements même si Bertrand a omis de préciser que toutes ces valeurs sont calculées sur la base d'une observation à G fort, soit G ~2D. Pour obtenir t, ce tableau semble bien adapté pour les instruments moyens (de T100 à T250); Mais un petit instrument ne permettra pas d'affiner de faibles valeurs de t pas plus que les gros instruments seront capables de distinguer entre des t=0,6", 0,8" ou 1,2".
Pour toute la suite de l'article, je vais partir du postulat ci-dessous en espérant qu'un jour, il puisse être démontré ou du moins vérifié en pratique par le plus grand nombre d'entre vous:

DIMINUER G de moitié
REVIENT à "SOULAGER" t
dans les mêmes proportions.

Cette règle empirique peut paraître évidente pour certains mais voyez-vous, jamais je ne l'ai vue écrite. Si l'on tient compte de cette dernière et plutôt d'un long discours, cela donne le tableau 1; on observera une étoile au zénith. les cotations de S sont indiquées dans les trois cas de turbulence courante

t = 0,4 " (bonne)
t = 0,7 " (moyenne)
t = 1" (médiocre)

Note : les cellules grisées correspondant à

une possibilité de dessin; Si le seeing est acceptable, les possesseurs de télescopes moyens à gros peuvent basculer volontairement en limite supérieure (c'est-à-dire S3 ou S3-S4), pour profiter de grossissements plus importants nécessaires pour détailler certains objets.

Après quelques années de dessin Deep-Sky, je suis enclin à établir le tableau 2 et à faire un deuxième constat :

DESSIN POSSIBLE si 1 =< S =< 3,5

J'ai volontairement fixé la limite tolérable à 3,5 (S3-S4) car il faut bien que les propriétaires de gros Dobsons puissent dessiner !

Au vu de ces deux tableaux, on constate qu'il est opportun de bien préparer sa soirée d'observation (ou de dessin) et de définir 2 "familles" d'objets Deep-Sky pour sa nuit; ceux du Deep-Sky haute et basse résolution. Et le soir même, vous choisirez entre les deux types en fonction de l'état de la turbulence; ainsi, n'hésitez pas à taquiner de préférence les NP, amas globulaires et autres amas serrées si les images sont stables (S1-S2); vous aurez tout le loisir de dessiner de belles nébuleuses à d'autres moments, plus nombreux d'ailleurs. A ce propos, remarquez que la Nature est bien faite : les objets Deep-Sky "haute résolution", les moins nombreux, coïncident avec une certaine rareté des nuits parfaites. Bien évidemment, les galaxies et les larges nébuleuses prendront un aspect encore plus flatteur si vous dérogez à mes recommandations.

Calcul de t en jouant sur les diaphragmes

Certains auteurs dont l'amateur Régis NEEL mesurent la turbulence atmosphérique zénithale en se confectionnant un jeu de diaphragmes et en les plaçant devant l'objectif de leur instrument. Ce jeu est constitué de diamètres décroissants et le testeur s'arrête au moment ou l'image d'une étoile au zénith présente des "anneaux complets parcourus par des condensations mobiles", soit une cotation S2 donc t = a / 4 avec a= 140 / D d'où

T(") = 35 / D (mm)

Pour les télescopes, il faudra tenir compte dans la fabrication du diaphragme de la place occupée par le porte-secondaire

Cet "estimateur de turbulence" me semble surtout destiné aux instruments moyens (T100 à T250), pour les mêmes raisons que celles expliquées dans le paragraphe "Turbulence et possibilité de dessin". De plus, si l'on veut affiner la valeur de t, il faudra un nombre impressionnant de diaphragmes et d'oculaires. A chaque nouveau diaphragme de placé, il faudra bien veiller à changer d'oculaire. Imaginez la scène (par pur hasard au Pilat !), Frédéric BUTZ, du sommet de son escabeau, demandant à Yann POTHIER tel diaphragme pour son T760, celui-ci lui tendant l'énorme carton carré de 1m de côté ; un scénario des plus fantasmagoriques !

Tableau 1

Diamètre Type	Classe instrumentale	G élevé G = 2D			G moyen (1) G = D			G résolvant (2) G = D/2		
		t = 0,4''	0,7''	1''	0,4''	0,7''	1''	0,4''	0,7''	1''
~L80	Petits instruments	S2	S2-S3	S3	S1	S1	S2	S1	S1	S1
T200	Moyens instruments	S3	S4	S5	S2	S3	S3-S4	S1	S2	S2-S3
>T350	Gros instruments	S4	S5	S5	S3	S4	S5	S2	S3	S3-S4
Remarques		En corrélation avec le tableau de B. Laville			(1) DEEP-SKY « haute résolution » (NP, amas globulaires, régions HII, etc.)			(2) selon Danjon et Couderc DEEP-SKY « basse résolution » (galaxies, nébuleuses, NP larges)		

Tableau 2

Cotation de S	Qualité d'image	Remarques
1	Excellente	L'envie d'observer surpasse celle de dessiner
2	Bonne	Mise au pont fixe et précise. Bonnes conditions de dessins. Nombreux détails DEEP-SKY
3	Moyenne	Le dessin Deep-Sky est encore possible mais demande plus d'attention. Les détails apparaissent aléatoirement.
4	Médiocre	Mise au pont difficile. La fiabilité du dessin est remise en cause. Les détails Deep-Sky demeurent invisibles.
5	Mauvaise à lamentable	Mise au point impossible. Aucune observation sérieuse n'est possible. Redescendez en grossissement ou en diamètre instrumental.

Calcul de t en jouant sur les grossissements

En début d'observation, on commence traditionnellement par un grossissement faible puis on impose à l'instrument le supplice de l'amplification par tortures successives ! On arrête lorsque le passage d'un grossissement au suivant ne fait plus gagner la vision de nouveaux détails. Ce procédé ancré en nous allie à la règle empirique énoncée ci-avant peut permettre une estimation de t mais les résultats suivants n'engagent que moi. Considérez cela comme un essai !

Avantage : vous visez directement votre objet du ciel profond (amas ou étoile avoisinant votre objet) car vous n'êtes plus obligé de viser au zénith à G=2D. Vous montez en grossissement sur l'objet et vous vous arrêtez lorsque l'image vous paraît quasi-parfaite (soit cotation S2) avec des étoiles bien piquées. Vous n'irez peut-être pas très haut mais qu'importe. Puis vous irez chercher directement la valeur de t dans les tableaux spécifiques à chaque ouverture instrumentale. Le tableau 4 concerne mon C 14 et le tableau 5 celui d'une ouverture beaucoup plus usuelle.

t représente ici la turbulence atmosphérique à une hauteur h donnée soit celle de l'objet. Ce n'est donc pas vraiment l'équivalent de la turbulence zénithale.

[rappel : t = f (1/sin(h))]

Application

J'estime mon site assez turbulent tout au long de l'année car dans les hautes vallées, il y a encore beaucoup de remous.

En pratique, j'obtiens quelquefois une image agréable (c'est à dire quasi-parfaite) au T356x117 soit t ≈ 0,6 ". Les nuits où la turbulence est meilleure sont rares. Du côté des minimas, lors d'une nuit hivernale légèrement brumeuse et très froide, les images de Jupiter et Saturne étaient très propres au T 256x390. Les images étaient encore convenables à 700 x mais sans l'apport de nouveaux détails. La turbulence zénithale devait avoisiner les 0,2 " mais cela reste exceptionnel.

Dernier exemple : B. LAVILLE mentionne une image piquée au T1000x300. En suivant la même règle, mes calculs donnent t≈0,23", ce qui correspond aux excellentes prestations de ce site.

Mettons-nous à rêver un peu. Et si tous les lecteurs de CE faisaient leur propre relevé moyen de t; une centaine de points permettraient de dresser une carte sommaire de la turbulence en France ! Un joli travail d'équipe!

Tableau 3

Diamètre du diaphragme (mm)	300	250	200	150	115	100	87	78	70	58	50	44	39
Turbulence zénithale (‘’)	0,12’’	0,14 ‘’	0,17’’	0,23’’	0,3’’	0,35’’	0,4’’	0,45’’	0,5’’	0,6’’	0,7’’	0,8’’	0,9’’
G utilisé	600x	500x	400x	300x	230x	200x	174x	156x	140x	116x	100x	88x	78x

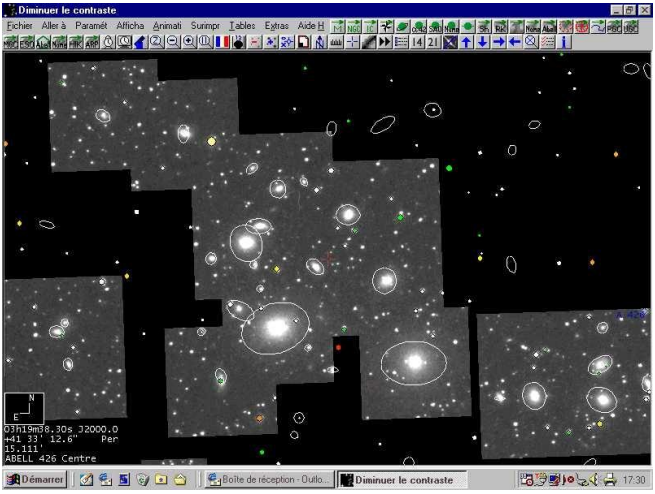
Tableau 4

	2D	D	2/3 D	D/2	D/3	D/4
G	712x	356x	237x	178x	119x	89x
t	0,1’’	0,2’’	0,3’’	0,4’’	0,6’’	0,8’’

Tableau 5

	2D	D	2/3 D	D/2	D/3	D/4
G	400x	200x	133x	100x	67x	50x
t	0,17’’	0,35’’	0,53’’	0,7’’	1,05’’	1,4’’

Le nouveau « Guide » est arrivé !



Cette copie d’écran de B. Laville nous montre la région centrale de l’amas Abell 426 , avec superposition des images du DSS, © Guide 8

La résolution des amas globulaires.

Y-a-t'il plus irritant qu'un amas globulaire irrésolu ?

Paul BRUNET
38 rue de Lagny
77410 VILLEVAUDE

Jusqu'à la magnitude visuelle 16, un observateur pourrait compter 50000 galaxies, près de 75 millions d'étoiles, des milliers d'amas ouverts, de nébuleuses planétaires etc. En revanche, moins de 200 amas globulaires ceinturent notre Galaxie et les 2 nuages de Magellan. Leur nombre réel est sous-estimé par l'absorption interstellaire et par la position excentrée du système solaire. Au delà, le plus brillant des amas globulaires de M 31 And est de mv = 14,2. Attachons-nous à ceux de notre Galaxie et ses deux satellites.
Je renvoie le lecteur au *Deep Sky Field Guide to Uranometria 2000.0* (DSFG), ainsi qu'à l'introduction du *Night Sky Observer's guide* (NSOG) sur les aspects physiques qui ne sont pas, ici, notre propos (2, p xxix, xxx).

1 - Quels sont les possibilités d'observation de ce type d'objet par les instruments d'amateurs ?

Les compte-rendus d'observations d'amas globulaires se scindent en trois principales catégories :
- les résolus, les granuleux, les non-résolus.

Est-il possible de quantifier les paramètres qui autorisent la résolution d'un amas ? Nous avons à notre disposition 5 principales données fournies par le DFSG, (1) :
- la magnitude visuelle; (intégrée)
- le diamètre;
- la concentration; (échelle de Shapley-Sawyerl, concentré à XII sans concentration centrale);
- la magnitude de l'étoile la plus brillante (mbs);
- la magnitude de la branche horizontale (mbh), (classe abondante d'étoiles de même magnitude qui suivent les plus brillantes peu nombreuses);
- enfin, la réalité, l'observation.

Théoriquement, la résolution d'un amas est liée à la capacité de l'instrument d'atteindre la magnitude des étoiles les plus brillantes (mbs), même s'il est très concentré (1, p. 3). Ces étoiles brillantes augmentent faiblement avant d'atteindre le palier de la branche horizontale (mbh) du diagramme de Hertzsprung-Russel où le nombre d'étoiles croit considérablement (1, p. 3) et (7, vol. 2, notice sur M 13 Her, p. 978-993). Visuellement, l'amas globulaire passe de "partiellement résolu" à "bien résolu" si l'instrument est capable d'atteindre les étoiles nombreuses de la branche horizontale (1, p.3).

188 amas sont répertoriés dans le DSFG. La plupart gravitent autour de notre galaxie et des nuages de Magellan. La magnitude s'étage de 3,5 (NGC 5139 Cen) à 17,7 (Grindlay 1) et le diamètre de 36,3' à 0,4'. Sur ces 188 amas globulaires, seuls 112 font l'objet d'un compte-rendus d'observations (*NSOG* (2), *Revue des constellations*, (3), *Observing handbook and catalogue of Deep-sky objects* (4), *Touring the Universe through Binoculars*

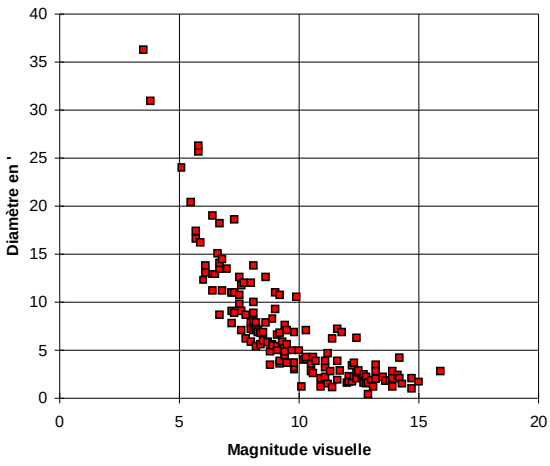
(5), *Nébuleuses et galaxies* (6), *Burnham's celestial handbook* (7), etc.).
Comme à l'accoutumée, les objets du ciel austral pâtissent de leur position, et il faut louer l'effort de la *Revue des Constellations* et d'*Observing handbook* de couvrir l'ensemble du ciel. Deux articles dans Ciel Extrême concernent une petite dizaine d'amas faibles et lointains (8 et 9). Ces 112 amas observés sur 188 représentent une population suffisante pour entreprendre leur étude. Seuls 78 ont été déclarés résolus soit environ 70% de l'effectif quel que soit le diamètre du télescope utilisé (la plupart du temps 60 cm maximum).

Le diagramme magnitude visuelle / diamètre apparent montre une séquence principale régulière où le diamètre diminue avec la magnitude, sauf pour quatorze d'entre-eux pour lesquels le diamètre est beaucoup plus important par rapport à la magnitude (fig.1). Il s'agit de :

NGC 6397 Ara	5,7	26'	IX
M 4 Sco	5,7	27'	IX
M 55 Sgr	6,4	19'	XI
NGC 3201 Vel	6,7	18'	X
M 80 Sco	7,3	18,5'	II
NGC 288 Scl	8,1	14'	X
NGC 5897 Lib	8,6	13'	XI
NGC 5466 Boo	9	11'	XII
NGC 6101 Aps	9,2	10,5	X
NGC 7492 Aqr	1,4	6'	XII
Palomar 5 Ser	11,8	7'	XII
NGC 6749 Aql	12,4	6,5'	
Palomar 15	14,2	4'	
Terzian 1	15,9	3'	

La plupart des cas se rapportent à une très faible concentration (de IX à XII) sauf M 80 Sco de concentration II.

Figure 1 : Répartition des amas globulaires selon leur magnitude visuelle et leur diamètre.



2 - Liste des amas globulaires déclarés résolus :

Abréviations :
mv = magnitude visuelle; Ø : diamètre en '; C : concentration de I à XII
Ouv : ouverture minimale de l'instrument pour la résolution de l'amas.
mbs : magnitude visuelle de l'étoile la plus brillante,
mbh : magnitude des étoiles de la branche horizontale

			mv	Ø	C	Ouv	
NGC	5139	Cen	3,5	36,4	VIII	3/5 cm	mbs <12,2, objet facile
NGC	104	Tuc	3,8	30,9	III	10/15 cm	mbs <12,2, objet facile
M	22	Sgr	5,1	24	VII	10/15 cm	mbs <12,2, objet facile
NGC	6752	Pav	5,5	20,4	VI	10/15 cm	mbs <12,2, objet facile
M	13	Her	5,7	16,6	V	10/15 cm	mbs <12,2, objet facile
M	5	Ser	5,7	17,4	V	10/15 cm	mbs <12,2, objet facile
M	4	Sco	5,8	26,3	IX	10/15 cm	mbs <12,2, objet facile
NGC	6397	Ara	5,8	25,7	IX	10/15 cm	mbs <12,2, objet facile
M	3	CVn	5,9	16,2	VI	20/25 cm	mbs : 12,7 et mbh : 15,7
M	15	Peg	6	12,3	IV	20/25 cm	Assez concentré, classe IV
NGC	6541	CRa	6,1	13,1	III	20/25 cm	Forte concentration
NGC	2808	Car	6,1	13,8	I	30/35 cm	Concentration très forte et effet austral et et mbh : 16,1, étoiles faible
M	92	Her	6,4	11,2	IV	10/15 cm	Effet Dossier spécial CE n°
M	55	Sgr	6,4	19	XI	10/15 cm	mbs : 11,2 et mbh : 14,4 : étoiles brillantes
NGC	362	Tuc	6,5	12,9	III	20/25 cm	Effet Ciel austral
M	10	Oph	6,6	15,1	VII	10/15 cm	
M	19	Oph	6,7	13,5	VIII	10/15 cm	
M	62	Oph	6,7	14,1	IV	20/25 cm	(Objet délicat, concentratio
NGC	3201	Vel	6,7	18,2	X	20/25 cm	sous-évalué ? mbs : 11,2 et mbh : 14,8
NGC	6388	Sco	6,7	8,7	III	20/25 cm	(Objet délicat, concentratio
M	12	Oph	6,8	14,5	IX	10/15 cm	
M	28	Sgr	6,8	11,2	IV	10/15 cm	
NGC	1851	Col	7,2	11	II	10/15 cm	
NGC	6723	Sgr	7,2	11	VII	10/15 cm	
NGC	5286	Cen	7,2	9,1	V	30/35 cm	Effet Ciel austral, sous-éva
M	80	Sco	7,3	8,9	II	20/25 cm	(délicat, forte concentration
M	30	Cap	7,3	11	V	20/25 cm	

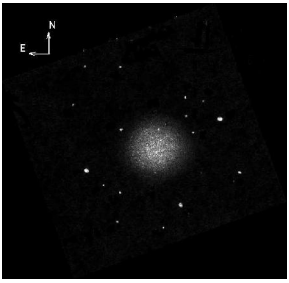
M	53	Com	7,5	12,65	V	20/25 cm	
NGC	5986	Lup	7,5	9,8	VII	20/25 cm	
M	14	Oph	7,6	11,7	VIII	20/25 cm	
M	9	Oph	7,6	9,3	VIII	10/15 cm	
M	69	Sgr	7,6	7,1	V	20/25cm	
M	54	Sgr	7,6	9,1	III	20/25 cm	
M	68	Hya	7,7	12	X	10/15 cm	
M	79	Lep	7,8	8,7	V	10/15 cm	Effet Dossier spécial CE n°
NGC	5824	Lup	7,8	6,2	I	30/35 cm	mbs : 15,5 et mbh : 18,6 : étoiles très faibles + très forte conce
M	71	Sge	8	7,2	-	20/25 cm	
NGC	6624	Sgr	8	5,9	VI	30/35 cm	
M	70	Sgr	8	7,8	V	10/15 cm	record des Ø 10/15 cm
M	107	Oph	8,1	10	X	20/25 cm	
NGC	288	Scl	8,1	13,8	X	20/25 cm	
NGC	6544	Sgr	8,1	8,9	-	10/15 cm	
NGC	6553	Sgr	8,1	8,1	XI	40/45 cm	Peu condensé, faible
NGC	6356	Oph	8,2	7,2	II	30/35 cm	
NGC	6712	Sct	8,2	7,9	IX	20/25 cm	
NGC	6293	Oph	8,2	7,9	IV	30/35 cm	
NGC	6287	Oph	8,2	5,1	IV	30/35 cm	
M	56	Lyr	8,3	7,1	X	10/15 cm	Effet Dossier spécial n° 22
NGC	6304	Oph	8,4	6,8	VI	20/25 cm	
M	75	Sgr	8,5	6	I	20/25 cm	
NGC	6496	CrA	8,5	6,9	XII	30/35 cm	
NGC	5897	Lib	8,6	12,6	XI	20/25 cm	
NGC	6934	Del	8,7	5,9	VIII	20/25 cm	
NGC	6316	Oph	8,8	4,9	III	40/45 cm	mbs : 16 et mbh : 17,8 : étoiles très faibles
NGC	6652	Sgr	8,8	3,5	VI	30/35 cm	
NGC	6366	Oph	8,9	8,03	XI	30/35 cm	
NGC	6284	Oph	8,9	5,6	IX	30/35 cm	
NGC	6139	Sco	8,9	5,5	II	40/45 cm	
NGC	5466	Boo	9	11	XII	20/25 cm	
NGC	6144	Sco	9	9,3	XI	20/25 cm	
NGC	6760	Aql	9,1	6,6	IX	30/35 cm	
NGC	6440	Sgr	9,1	5,4	V	30/35 cm	
NGC	2298	Pup	9,2	6,8	VI	20/25 cm	

M	72	Aqr	9,3	5,9	IX	20/25 cm record des Ø 20/25 cm
NGC	5634	Vir	9,4	4,9	IV	30/35 cm
NGC	6229	Her	9,4	4,5	IV	40/45 cm
NGC	6401	Oph	9,5	5,6	VIII	40/45 cm
NGC	6355	Oph	9,7	5	-	30/35 cm
NGC	6539	Ser	9,8	6,9	X	30/35 cm
NGC	5053	Com	9,9	10,5	XI	30/35 cm
NGC	6235	Oph	10	5	X	40/45 cm
NGC	4147	Com	10,2	4	VI	30/35 cm
NGC	2419	Lyn	10,3	4,1	II	40/45 cm
NGC	7006	Del	10,5	2,8	I	30/35 cm
NGC	6535	Ser	10,5	3,6	XI	30/35 cm record des Ø 30/35 cm
NGC	7492	Aqr	11,4	6,2	XII	40/45 cm
Pal	12	Cap	11,7	2,9	XII	40/45 cm record des Ø 40/45 cm

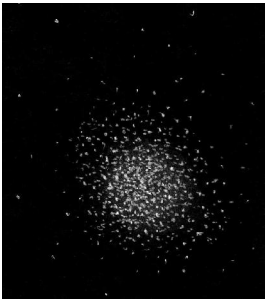
3 - Les résultats

En résumé, voici ce que l'on peut attendre de l'observation des amas globulaires par classe d'observation après enquête:

Ø	Résolu mv max	Ø min	nb résolu	Irrésolu mv max	nb irrésolu	% irrésolu
10/15 cm	8,1	7,8'	21	10,9	67	31%
20/25 cm	9,3	5,9'	46	12,4	86	53%
30/35 cm	10,5	2,8'	62	13,2	103	60%
40/45 cm	11,7	2,8'	78	13,8	110	71%



M 107, *B. Laville, TSC 254m, Chabottes, 05, alt. 1050m*



M 22*, B.Lavile, TSC254m, Chabottes, 05, alt. 1050m*

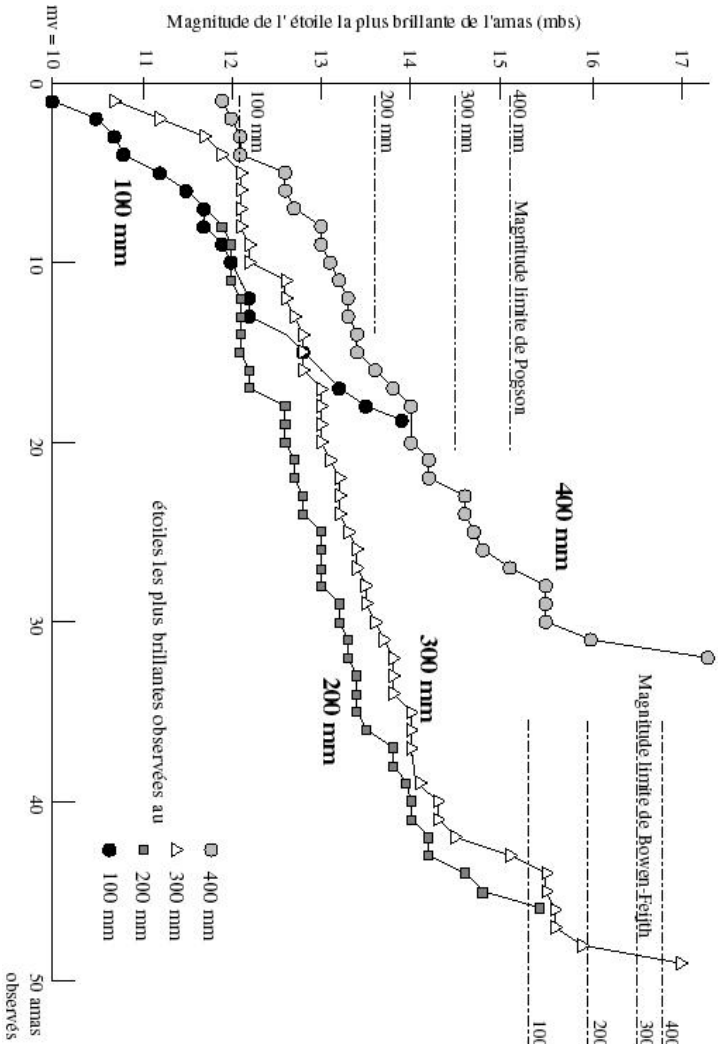


Figure 2 : *Graphique des étoiles les plus brillantes des amas globulaires résolus pas des instruments d'amateur.*
1: la magnitude limite de Pogson est largement dépassée quel que soit le diamètre de l'instrument;
2: les instruments d'un diamètre supérieur à 200 mm atteignent la magnitude limite de Bowen-Feijth
3 : les petits instruments (inférieurs à 20 cm), semblent marquer un palier vers la mv=14, limite intermédiaire entre les magnitudes limite de Pogson et de Bowen-Feijth, phénomène probablement lié au manque de luminosité de l'instrument et à un grossissement insuffisant.

4 - Commentaires sur les observations:

4.1 - Les objets du ciel austral sont parfois sous-évalués faute de descriptions (effet Ciel austral);
4.2 - en revanche, certains ayant fait l'objet d'un numéro spécial dans Ciel Extrême montrent une résolution supérieure par rapport aux observations habituelles : nombreuses descriptions fiables et recoupées donc diagnostic accru (effet Ciel Extrême);
4.3 - les amas très peu condensé de classe X à XII sont ambivalents :
- soit leur luminosité faible entraine une réelle difficulté de résolution;
- soit l'étalement assez lointain des étoiles périphériques autorise la résolution par de faibles diamètres optiques, ex : NGC 5466 Boo;
4.4 - les amas très condensés sont plus délicats à résoudre (concentration I à II), ex : NGC 2808 Car et NGC 5824 Lup;
4.5 - les magnitudes de l'étoile la plus brillante et de la séquence principale sont aussi prépondérants : ainsi, certains amas à forte mv peuvent contenir des étoiles faibles et deviennent difficilement résolvables ex : NGC 2808 Car, NGC 5824 Lup et NGC 6316 Oph. A contrario certains possèdent des étoiles brillantes par rapport à la magnitude visuelle et sont faciles, ex : M 55 Sgr.
4.6 - le pourcentage objets résolus / irrésolus augmente avec le diamètre :
- pour la classe des 10/15 cm, il est vraisemblable que les possibilités instrumentales sont sous-estimées (fait démontré par J.-R. Gilis (11));
- enfin, à partir de 30/35 cm et au-delà, ce phénomène est sûrement lié à l'absence de description d'objets faibles, au delà de la mv=12 ;
4.7 - quelques amas accumulent les difficultés: très forte concentration et magnitude des étoiles les plus brillantes faibles pour une magnitude intégrée forte, ex: NGC 2808 Car.

5- Commentaires sur la théorie

En établissant la moyenne des étoiles les plus brillantes observées par classe d'instruments, on obtient : (sur 115 objets aux paramètres fournis dans le DSFG et les 78 déclarés résolus)

Diamètre du télescope (cm)	Moyenne de l'étoile la plus brillante observée mbs (des 112 amas)	Magnitude limite de l'instrument (Pogson)
40 à 45	15,4	15,2
30 à 35	14,6	14,6
20 à 25	13,3	13,9
10 à 15	12,2	12,6

5.1 - En moyenne un amas est résolu jusqu'à la magnitude limite de l'instrument;
5.2 - les instruments de plus de 30 cm de diamètre sont à la limite de leur possibilité, *alors que ceux inférieurs à 25 cm peuvent pousser leur investigation et accéder au moins à l'étoile la plus brillante de nombreux amas supplémentaires*. Leur capacité est sous-estimée.

5.3- les étoiles périphériques perçues par <u>tous les observateurs</u> dépassent la limite de Pogson : ceci montre bien la limite de la formule de Pogson : mv = 2,1 + 5 log (Dmm),

qui est dépassée de 2 à 2,5 magnitudes (10).

Diamètre du télescope	Etoile la plus brillante de l'amas le plus faible observé (mbs =)
40 à 45 cm	17,3
30 à 35 cm	17
20 à 25 cm	15,5
10 à 15 cm	14

5.4 - L'étoile la plus brillante d'un amas

mv	Mbs (nb d'amas)	Mbh (nb d'amas)
10	4	
11	5	
12	19	1
13	27	2
14	17	8
15	19	27
16	7	35
17	11	24
18	5	29
19	1	6
20		11
21		3
>22		4

En utilisant la formule de Bowen et de Feijth (10) sur un ciel de mvlon = 6 et un grossissement de 400 X, on voit qu'un instrument de 203 mm peut atteindre 90 amas (sur les 115 aux paramètres connus) dont l'étoile principale atteint la magnitude 15, ce qui d'après Damien Ponsot est possible à 30 % du temps d'observation (10). Enfin, autre exemple, un T 760, pourrait dans un ciel excellent, discerner au moins une à quelques étoiles périphériques des plus brillantes des 140 amas aux paramètres connus et résoudre 7 amas sur 10 en ce qui concerne les étoiles de la branche principale.

Est-il possible de différencier les 2 populations d'étoiles : les géantes rouges, les plus brillantes, des géantes blanches ou bleues de la séquence horizontale ? (spectroscope et une caméra CCD par exemple ?).

Les articles de Ciel Extrême consacrés aux amas globulaires M 2 (n°7), M 79 (n° 12), M92 (n° 18) et M 56 (n°22) tendent à montrer que la résolution d'un amas s'avère plus facile qu'on ne pense, même avec de petits instruments. Une vingtaine d'amas sont résolvables pour les instruments de 10 à 15 cm d'ouverture et une cinquantaine pour la classe supérieure des 20/25 cm. Une observation attentive doit très probablement transcender la granulosité en résolution même partielle de ces objets.
Je propose donc des dossiers spéciaux Ciel Extrême sur des objets à la limite de la résolution pour une classe de diamètre donné (il nous faudrait des correspondants dans le ciel austral afin d'étudier des cibles critiques : NGC 2808 Car, NGC 362 Tuc, NGC 5927 Lup, NGC 1978 Dor (GNM).
Dans nos contrées boréales quelques objets limites mériteraient une enquête approfondie :
- M 71 Sge : classe des 10/15 cm; (objet inclassable), ou M 80 Sco;
- NGC 6287 Oph, NGC 6440 Sgr : classe des 20/25 cm, malgré une faible déclinaison; NGC 6760 Aql est mieux situé;
- NGC 6229 Her : classe des 30/35 cm; (idéalement situé dans le ciel boréal);

-Pal 11 Ser : classe des 40/45 cm : (brillant pour la classe 40/45, mais petit Ø).
Enfin, au rythme d'un dossier spécial de Ciel Extrême par an, la totalité des 188 amas couverte vers 2185.

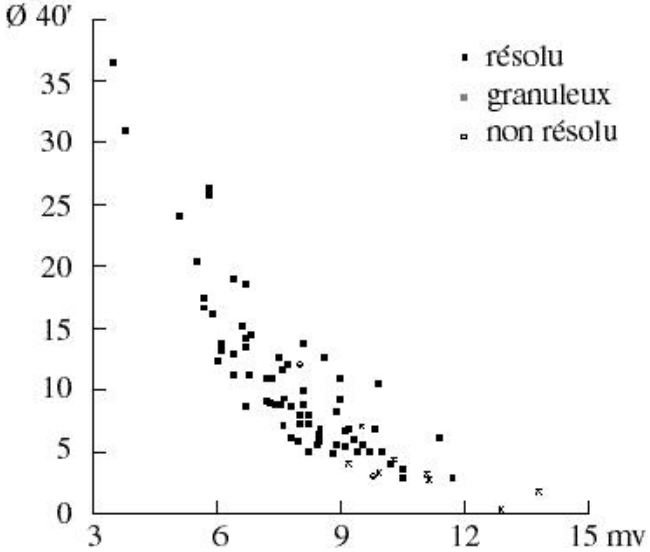


Figure 3 : observation des amas globulaires visibles aux instruments de 40-45 cm de diamètre, d'après le DSFG.

6 - Objets non résolus à tester selon différents types de diamètre

Abréviations : PNM : Petit nuage de Magellan, GNM : Grand nuage de Magellan; les amas suivis de cette mention appartiennent aux 2 galaxies ou à leur abord immédiat.
Quelques objets du ciel austral manquant de références bibliographiques ont vraisemblablement été résolus par de nombreux observateurs.
Par ailleurs, certains objets, notamment dans les deux Nuages de Magellan, sont des objets d'apparence globulaire caractérisés par une relative abondance d'étoiles bleues. Ces amas ont pu évoluer différemment des amas galactiques classiques (3, p. 297, note de bas de page, et (12, p. XX)). Ainsi, ces amas sont dessinés par le symbole "amas globulaire" dans l'Uranometria 2000.0, et possèdent le symbole "amas ouvert" dans le Millenium (12). (PNM : NGC 265 Tuc, NGC 269 Tuc, NGC 411 Tuc, NGC 458 Tuc, GNM : NGC 1651 Dor, NGC 1783 Dor, NGC 1795 Dor, NGC 1806 Dor, NGC 1846 Dor, NGC 1868 Dor, NGC 1898 Dor, NGC 1917 Dor, NGC 1953 Dor, NGC 1987 Men, NGC 2108 Dor, NGC 2133 Men, NGC 2154 Dor, NGC 2213 Men, NGC 2249 Dor).

Instruments de 10 à 15 cm
(mv < 8,0, Ø > 7')

M 3 CVn : mv = 5,9; Ø 16,2'; 13h42,2m; +28°23'. (Devrait être résolu dans cette classe d'instrument)
M 15 Peg : mv = 6,0; Ø 12,3'; 21h30,0m; +12°10'.
NGC 6541 CrA : mv = 6,1; Ø 13,1'; 18h08,8m; -43°42'.
NGC 2808 Car; mv = 6,1; Ø 13,8'; 09h12,0m, -64°52'. (Objet très délicat concentration I maximum).
M 2 Aqr : mv = 6,4; Ø 12,9'; 21h33,5m, -00°49'. (Non résolu dans les 20/25 cm, concentration II très forte)
NGC 362 Tuc : mv = 6,5; Ø 12,9'; 01h03,2m, -70°51'. (Objet difficile, concentration III forte).
NGC 6388 Sco : mv = 6,7; Ø 8,7'; 17h36,3m; -44°44'.
M 62 Oph : mv = 6,7; Ø 14,1'; 17h01,2m; -30°07'.
NGC 3201 Vel; mv = 6,7; Ø 18,2'; 10h17,6m; -46°25'.
NGC 4833 Mus : mv = 7; Ø 13,5'; 12h59,6m; -70°53'.
NGC 6441 Sco : mv = 7,2; Ø 7,8; 17h50,2; -37°03'. (Etoile de mv = 3 très gênante)
NGC 5286 Cen : mv = 7,2; Ø 9,1'; 13h46,4; -51°22'. (Résolution très probable dans la classe des 10/15 cm)
M 80 Sco : mv = 7,3; Ø 8,9'; 16h17,0m; -22°59'. (Délicat concentration II)
M 30 Cap : mv = 7,3; Ø 11'; 21h40,4m; -23°11'. (Résolution très probable dans la classe des 10/15 cm)
NGC 4372 Mus : mv = 7,3; Ø 18,6'; 12h25,8m; -72°39'.
NGC 5986 Lup : mv = 7,5; Ø 9,8'; 15h46,1m; -37°47'. (Résolution très probable dans la classe des 10/15 cm)
NGC 6362 Ara : mv = 7,5; Ø 10'; 17h31,9m; -67°03'.
M 53 Com : mv = 7,5; Ø 12,6'; 13h12,9m; +18°10'. (Résolution très probable dans la classe des 10/15 cm)
M 69 Sgr : mv = 7,6; Ø 7,1; 18h31,4m; -32°21'.
M 54 Sgr : mv = 7,6; Ø 9,1; 18h55,1m; -30°29'.
M 14 Oph : mv = 7,6; Ø 11,7'; 17h37,6m; -03°15'. (Résolution très probable dans la classe des 10/15 cm)
M 71 Sge : mv = 8,0; Ø 7,2'; 19h53,8m; +18°47'. (Amas test pour cette classe de Ø).
NGC 5927 Lup : mv = 8,0; Ø 12'; 15h28,0m; -50°40'. (Grand Ø, faible mv, amas test).

Instruments de 20 à 25 cm
(mv < 9,3, Ø > 5')

NGC 5824 Lup : mv = 7,8; Ø 6,2'; 15h04,0m; -33°04'. (Brillant, mais petit Ø).
NGC 6624 Sgr : mv = 8,0; Ø 5,9'; 18h23,7m; -30°22'. (Idem).
NGC 6352 Ara : mv = 8,1; Ø 7,1'; 17h25,5m; -48°25'.
NGC 6553 Sgr : mv = 8,1; Ø 8,1'; 18h09,3m; -25°54' (Déclaré résolu dans la classe des 40/45 cm !).
M 107 Oph : mv = 8,1; Ø 10'; 16h32,5m; -13°03'.
NGC 6287 Oph : mv = 8,2; Ø 5,1'; 17h05,2m; -22°42'. (Test, petit Ø).
NGC 6356 Oph : mv = 8,2; Ø 7,2'; 17h23,6m; -17°49'.
NGC 1261 Hor : mv = 8,3; Ø 6,9; 03h12,3m; -55°13'. (Aucune résolution attestée).
NGC 6522 Sgr : mv = 8,4; Ø 5,6'; 18h03,6m; -30°02. (Aucune résolution attestée).
NGC 6496 CrA : mv = 8,5; Ø 6,9'; 17h59,0m; -44°16'.
NGC 6584 Tel : mv = 8,6; Ø 7,9'; 18h18,6m; -52°13'. (Seulement déclaré nébuleux aux 10/15 cm !).
NGC 6569 Sgr : mv = 8,7; Ø 5,8'; 18h13,6m; -31°50'. (Délicat, petit Ø).
NGC 6139 Sco : mv = 8,9; Ø 5,5'; 16h27,7m; -38°51'. (Délicat, faible et petit).
NGC 6284 Oph : mv = 8,9; Ø 5,6'; 17h04,5m; -24°46'. (Délicat, faible et petit).
NGC 6366 Oph : mv = 8,9; Ø 8,3'; 12h27,7m; -05°05'.
NGC 6638 Sgr : mv = 9,1; Ø 5'; 18h30,9m; -25°30'. (Test de la classe des 20/25 cm).
NGC 6440 Sgr : mv = 9,1; Ø 5,4'; 17h48,9m; -20°22'. (Test de la classe des 20/25 cm).
NGC 6760 Aql : mv = 9,1; Ø 6,6'; 19h11,2m; +01°02'. (Test de la classe des 20/25 cm).

NGC 6101 Aps : mv = 9,2; Ø 10,7'; 16h25,8m; -72°12'.

Instruments de 30 à 35 cm
(mv < 10,5, Ø > 4')

NGC 5694 Hya : mv = 9,2; Ø 3,6'; 14h39,6m; -26°32'.
NGC 6229 Her : mv = 9,4; Ø 4,5'; 16h47,0m; +47°32'. (Test, et ht favorable en ciel boréal).
NGC 6642 Sgr : mv = 9,4; Ø 4,5'; 18h31,9'; -23°29'.
IC 4499 Aps : mv = 9,4; Ø 7,6'; 15h00,3m; -82°13'.
NGC 6401 Oph : mv = 9,5; Ø 5,6'; 17h38,6m; -23°55'.
NGC 5946 Nor : mv = 9,5; Ø 7,1'; 15h35,5m; -50°40'.
NGC 6235 Oph : mv = 10,0; Ø 5'; 16h53,4m; -22°11'. (Test extrême pour cette classe).
NGC 2419 Lyn : mv = 10,3; Ø 4,1'; 07h38,1m; +38°53'. (Test extrême pour cette classe d'instrument).
NGC 6517 Oph : mv = 10,3; Ø 4,3'; 18h01,8m; -08°58'.
Pal 7 ? : mv = 10,3; Ø 7,1; 18h10,7m; -07°12'. (Aucune observation disponible)

Instruments de 40 à 45 cm
(mv < 11,5, Ø > 3')

Pal 9 Sgr (NGC 6717) : mv = 9,2; Ø 3,9'; 18h55,1m; -22°42'. (Brillant pour la classe 40/45, mais petit Ø), (The Night Sky Observer's Guide, p. 330 : semble non résolu sinon une étoile de mv = 13 sur le halo du côté WNW et une double serrée de même mv juste à la périphérie NE de l'amas).
NGC 6528 Sgr : mv = 9,5; Ø 3,7'; 18h04,8m; -30°03'. (Brillant pour la classe 40/45, mais petit Ø).
NGC 6342 Oph : mv = 9,8; Ø 3'; 17h21,2m; -19°35'. (Brillant pour la classe 40/45, mais petit Ø).
Pal 11 Ser : mv = 9,8; Ø 3,2; 19h45,3; -08°02. (Brillant pour la classe 40/45, mais petit Ø).
NGC 6453 Sco : mv = 9,8; Ø 3,5'; 17h50,9m; -34°36'. (Brillant pour la classe 40/45, mais petit Ø).
NGC 6558 Sgr : mv = 9,8; Ø 3,7'; 18h10,3m; -31°46'. (Brillant pour la classe 40/45, mais petit Ø).
NGC 1917 Dor (GNM) : mv = 10,3; Ø ?; 05h19,0m; -69°00'. (Ø non connu).
NGC 419 Tuc (PNM) : mv = 10,6; Ø 2,6'; 01h06,3m; -72°53'.
NGC 6325 Oph : mv = 10,6; Ø 4,3'; 17h18,0; -23°46.
NGC 1978 Dor (GNM) : mv = 10,7; Ø 3,9; 05h28,6; -66°14

Instruments supérieurs à 50 cm, voire beaucoup plus.
(mv > 11,5, Ø < 3') (faible à très faible magnitude et petit diamètre)

NGC 1835 Dor (GNM), NGC 2019 Men (GNM), NGC 1786 Dor (GNM); NGC 2210 Dor (GNM), NGC 1806 Dor (GNM), NGC 6426 Oph, NGC 6380 Sco, NGC 121 Tuc, Pal 8 Sgr, NGC 6256 Sco, NGC 1846 Dor (GNM), NGC 416 Tuc (PNM), NGC 7492 Aqr, NGC 1466 Hyi, NGC 1868 Dor (GNM), Pal 6 Oph, NGC 458 Tuc (PNM), NGC 1953 Dor (GNM), Pal 12 Cap (The Night Sky Observer's Guide, p. 66 : les instruments de 40/45 cm montrent en vision décalée quelques faibles étoiles résolues), Pal 5 Ser (The Night Sky Observer's Guide, p. 367-368 : défi même pour les instruments de classe 50/55 cm, conditions idéales d'observation, et vision décalée... 3 ou 4 des étoiles les plus brillantes de mv = 15 peuvent être détectées), Ter 3 Sco, Ter 7 Sgr, NGC 1754 Men (GNM), NGC 265 Tuc (PNM), NGC 1751 Dor (GNM), NGC 1987 Men (GNM), NGC 2154 Dor (GNM), NGC 411 Tuc (PNM), NGC 2249 Dor (GNM ?), Ton 2 Sco, NGC 2108 Dor (GNM), NGC 2173 Men (GNM ?), Arp 2 Sgr, Ter 8 Sgr, NGC 2213 Men (GNM), NGC 2121 Men (GNM), NGC 6749 Aqr, HP 1 Oph, NGC 269 Tuc (PNM), NGC 2155 Dor (GNM), NGC 1795 Dor (GNM), NGC 2162 Dor (GNM ?), NGC 1651 Dor (GNM), NGC 361 Tuc (PNM), NGC 339 Tuc (PNM), NGC 152 Tuc (PNM), NGC 1049 For (Dans la galaxie naine de Fornax), NGC 1644 Dor, Pal 2 Aur, NGC 1652 Dor (GNM), NGC 2231 Dor (GNM ?), NGC 2209 Men (GNM?), Pal 10 Sge (The Night Sky Observer's Guide, p. 307 : irrésolu mais granuleux

dans la classe des 30/35 cm, le dessin de G.R. Kepple p. 309 avec un instrument de 45 cm montre quelques étoiles se surimposant à l'amas - étoiles galactiques ou de l'amas ? -, NGC 643 Hyi, NGC 2257 Dor (GNM ?), Pal 1 Cep, Pal 13 Peg, Ter 6 Sco, Ter 5 Sgr, Pal 3 Sex, NGC 1841 Men, Pal 4 UMa, Ter 2 Sco, Eridan (04h24,8m; -21°11'), Pal 14 Her, Ter 10 Sgr, AM 1 Hor, Liller 1 Sco, Ter 1 Sco, Ter 9 Sgr, Ter 4 Sco, Ter 11 Sgr, UHS 1751-241 Sgr, Grindl 1 Sco.

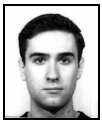
7 - Amas globulaires accessibles dans les galaxies voisines :

M 31 And : (cf. tableau d' Observing Handbook (4, p. 18, table III), d'après Crampton et al. 1985 (14)) et Millenium carte 105 : G 280, G 272, G 205, G 213, G 73, G 78, G 76 et G1 (le plus brillant G 76 de mv = 14,2 mesure moins de 4" de Ø); G 76, G 78, G 229 sont décrits dans des instruments d'amateurs au T 250 (4, p. 18) et T 300 (2, p. 19).
M 33 Tri : U 49, C 39 (d'après Millenium carte 146); mais nulle mention d'observation.
Naine du Fornax = ESO 356-4 : For 1, For 2, For 4, For 5, NGC 1049. (D'après Millenium, carte 403). Quatre des amas sont visibles au T 300 d'après (4, p. 116 : NGC 1049, E356-SC08, SC05, SC01)et (2, 191-193).

8 - Bibliographie

(1) *The Deep Sky Field Guide to Uranometria 2000.0*, Cragin, Lucyk, Rappaport : Willmann-Bell, Inc.1996.
(2) *The Night Sky Observer's Guide*, G. R. Kepple, G. W. Sanner, Willmann-Bell, Inc., 1998.
(3) *Revue des Constellations*, R. Sagot, J. Texereau, Société Astronomique de France, 1963.
(4) *Observing handbook and catalogue of Deep-sky objects*, C. B. Luginbuhl, B. A. Skiff, 1998.
(5) *Touring the Universe through Binoculars*, Philip S. Harrington, Wiley Sciences Ed. 1990.
(6) *Nébuleuses et galaxies*, S. Brunier, Dunod, 1981.
(7) *Burnham's celestial handbook* , R. Burnham, Jr, Dover Publication Inc. 1978.
(8) *Amas globulaires lointains et faibles*, L. Billard, X. Camer, P. Chatard, V. Le Guern, Y. Pothier, Ciel Extrême n°4.
(9) *Amas globulaires (lointains)*, P. Chatard, Ciel Extrême n° 5.
(10) *Observation du ciel profond : performances ou méthodes spécifiques*, D. Ponsot, V. Le Guern, A. Jaquot, Eclipse n° 13, mai-juin 1999.
(11) *J'observe le ciel profond avec une lunette de 60 mm ou un télescope de 115 mm*, Jean-Raphaël Gilis, éd. Broquet, 2000.
(12) *Millenium Star Atlas*, R. W. Sinnott, M. A.C. Perryman, Sky publishing corporation, European Space Agency, Cambridge, Massachusetts, 1997.
(13) *Uranometria 2000.0*, W. Tirion, B. Rappaport, G. Lovi, Willmann-Bell, Inc., 1988.
(14) *The M 31 Global cluster System*, D. Crampton, A.P. Cowley, D. Shade, P. Chayer, Astrophysical Journal, 288, 1985.

Groupes de galaxies dans la Vierge



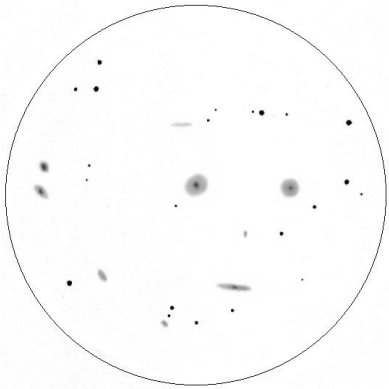
Laurent FERRERO
La Dragonnette, route de Fenestrelle, 13400 AUBAGNE

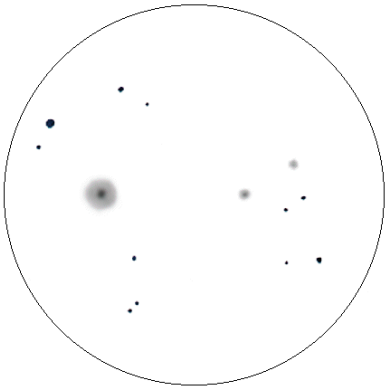
Le printemps est tous les ans l'occasion de visiter le dédale de galaxies de l'amas de la Vierge. Dans cette profusion de nébulosités de toutes sortes se distinguent quelques beaux regroupements que je vous invite à découvrir. Ils ont tous été observé avec mon ancien TN 254 mm.

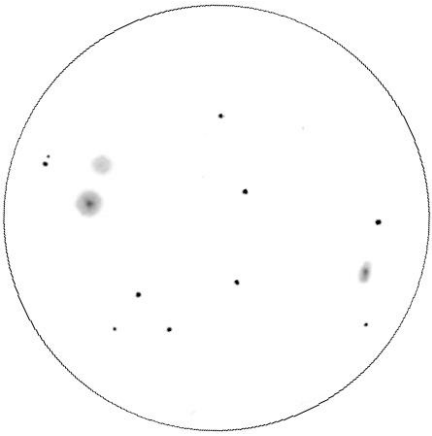
Le plus célèbre d'entre tous c'est celui que l'on trouve au cour de l'amas Virgo. En effet on découvre à cet endroit deux galaxies brillantes du catalogue Messier : M86 et M84. Mais elles ne sont pas seules, pas moins de 7 galaxies apparaissent autour des deux elliptiques dans un champ de 1° à 45x. M84 est une galaxie lumineuse, ronde, possédant un noyau brillant. M86 est aussi lumineuse, mais présente une forme plutôt ovalisée dans le sens SE/NO. Dans le prolongement E de cet deux galaxies se trouve un joli duo appelé « les yeux », il s'agit de NGC 4435 et 4438. NGC 4435 est la plus petite des deux, elle apparaît ovalisée dans le sens N/S et présente un noyau lumineux. NGC 4438 est plus étendue et plus étirée (NE/SO) que sa voisine, son centre est également brillant. A 10'N de M86 se trouve une jolie galaxie allongée (E/O), NGC 4402, mais plutôt pâle. A 18' SSO une autre galaxie vue par la tranche se distingue, il s'agit de NGC 4388. Celle-ci est plus lumineuse et plus étendue que la précédente, et dévoile même un petit et discret noyau. Au centre d'un triangle réunissant M84, M86, et NGC 4388 se situe NGC 4387, qui semble minuscule à 45x. Cette faible petite nébulosité révèle une forme ovalisée (SE/NO) assez bien identifiable malgré sa taille réduite. A 11' ESE de NGC 4388 est localisée NGC 4413, une petite galaxie qui apparaît bordée au N de deux étoiles de 12m et 10,89m. Son disque semble uniforme et légèrement ovalisé dans le sens ENE/OSO. La dernière galaxie perçue dans ce champ assez fourni est NGC 4425. Située à mi-chemin entre « les yeux » et NGC 4413, elle ne dévoile qu'une nébulosité ovalisée (NE/SO) et sans détails.

A proximité de M87, une elliptique géante de l'amas Virgo, brillante, de forme ronde, possédant un noyau lumineux, se trouvent deux petites galaxies : NGC 4476 et 4478. NGC 4476 est une galaxie petite et peu lumineuse. Elle apparaît plutôt ronde et dévoile un léger noyau. NGC 4478 ressemble beaucoup à la précédente, mais présente un noyau plus apparent. On les trouve à 10' OSO de M87.

Les alentours de M60 révèle également quelques galaxies. Cette elliptique, brillante, d'apparence ronde, possède un noyau lumineux, et apparaît dans le même champ que M59 à 45x. En grossissant 160x sur M60 on découvre une galaxie collée à cette dernière, c'est NGC 4647. Cette galaxie est peu lumineuse dans l'ensemble. Sa taille est à peine plus petite que celle de sa voisine mais elle apparaît bien plus pâle. Sa surface demeure uniforme. A 14' SO de ce duo une 3ème galaxie, NGC 4638, apparaît dans le champ. Celle-ci est bien visible, d'aspect

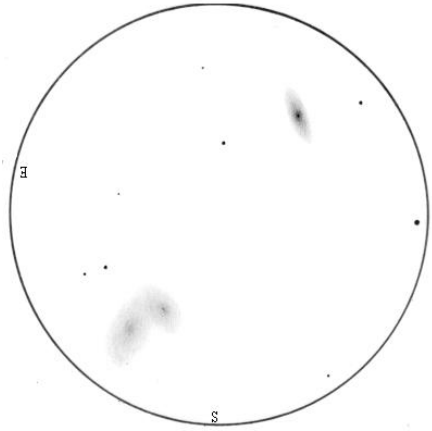






ovalisé (SE/NO), et présente un noyau lumineux.

Je vous propose un 4ème champ de galaxie, sans elliptiques brillantes cette fois-ci, qui comporte un duo célèbre appelé « les sœurs siamoises ». Ce duo comporte deux galaxies très proche l'une de l'autre : NGC 4567 et NGC 4568. Les deux disques galactiques sont séparés à 160x, ils apparaissent assez pâles, ovalisés et présentent une surface uniforme. A 12' NNO on remarque une 3ème galaxie dans le champ, plus lumineuses que ses voisines. NGC 4564 révèle une forme clairement ovalisée dans le sens NE/SO, et possède un noyau brillant et bien marqué.



Ci-dessus : *NGC 4567-8, 133x, Jere Kahampaa, Hartola, 11/04/96*
A gauche, en haut : *M84-M86 et al., TN 254mm, 45x, Riboux (83), 13/03/99*
Au milieu : *M87, NGC 4476 et NGC 4478, TN 254mm, 152x, Col de Gineste (13), 27/02/98*
En bas : *M60, NGC 4647 et NGC 4638, TN 254mm, 163x, Plan d'Aups (83), 21/03/99*

Dossier spécial : Léo 1

Merci à Yann POTHIER pour la compilation des données existantes (astrophysique, repérage …), et à tous les observateurs dont vous trouverez les noms dans ces pages.

DONNÉES

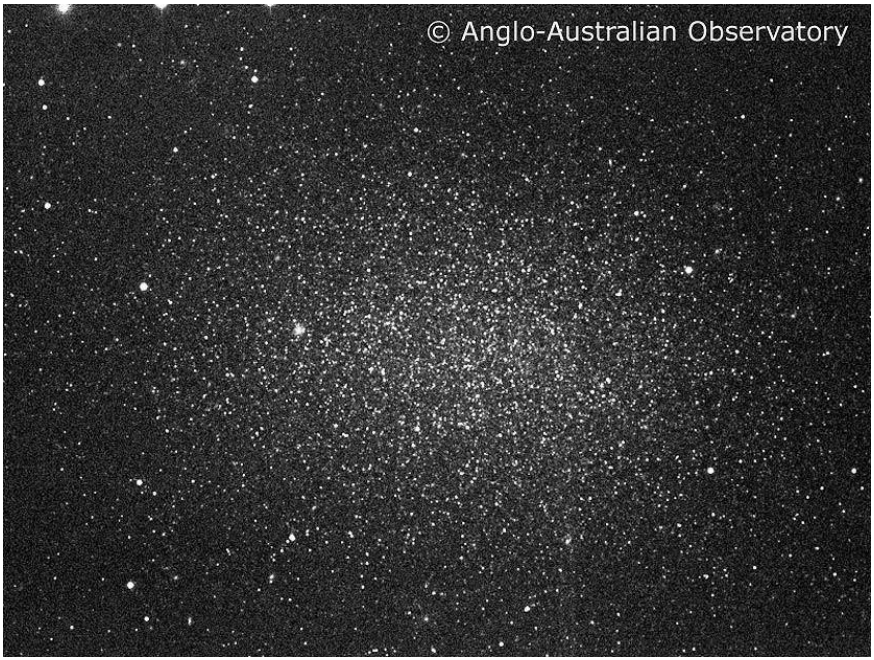
Leo I, KDG 067, UGC 05470, [RC2]
A1005+12, DDO 074, [RC1] A1006,
CGCG 064-073, PGC 029488,
CGCG 1005.8+1233,
UZC J100826.8+121905, MCG +02-26-027,
Harrington-Wilson #1, Naine de Regulus [P1,C9]
const: Lion (Leo)
type: galaxie E [C1], dE3 [C3,P1]
coordonnées (2000.0):
10h08m.4m, +12°18' [C1,C3]; 10h08m27.4s, +12°18'27» [P1,C9]
Atlas: s13/u189/m732
Mv= 10.2 [C1], 9.84 [C3]
Mph= 10.1±0.2, B= 10.81 [C3], 11.17±0.09 [P1]
Bs= 15.1 [C1], 24.04±0.49 mag/»2 [P1]
ø= 12.0'x9.3' [C1] , 10.7'x8.3' [C3], 15'x11' [P1]
commentaires: à 20'N de Régulus [L1]; allongement vers PA80° [P1]; avec UGC 5454 à 28'NO (Mv=14.2, 1.1'x0.7', Bs= 13.8, GX SABdm:, PA40°)

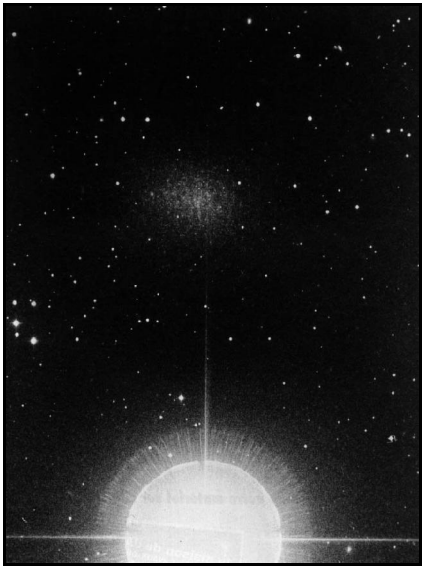
HISTORIQUE

Découverte par A.G. WILSON en 1950 sur les clichés du Palomar Observatory Sky Survey (POSS) pris au télescope de Schmidt de ø1.20m du Mont Palomar (USA) [L1], cette galaxie a été rapidement classée comme membre du Groupe Local. Sa proximité d'avec Régulus en a rendu l'imagerie compliquée: W. BAADE alla jusqu'à installer des baffles dans le télescope de ø5m pour combattre les reflets provoqués... [A6]

ASTROPHYSIQUE

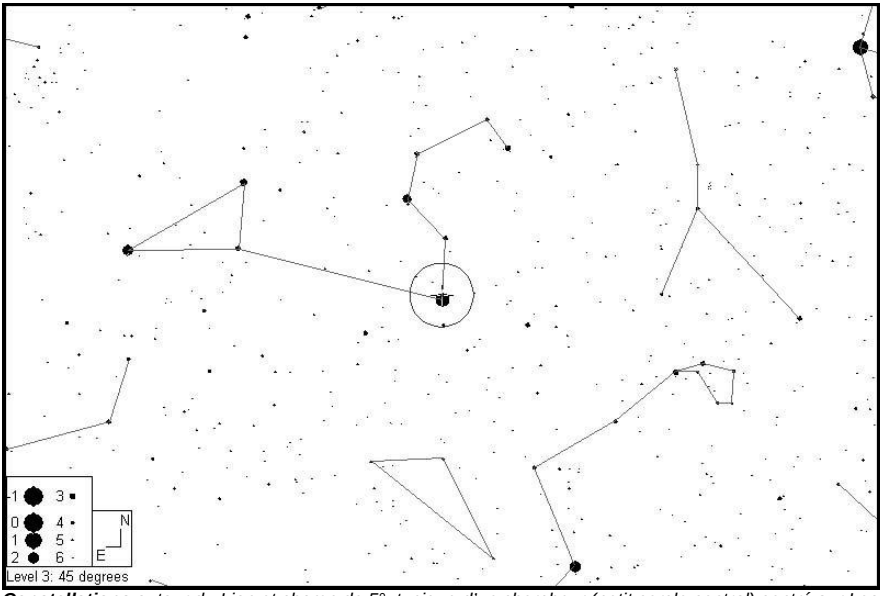
Leo I est une naine -presque- classique de notre Amas Local: un groupe d'une trentaine de galaxies, centré sur un point à mi-distance entre la Voie Lactée et la galaxie d'Andromède M31, et d'un diamètre de 10 millions d'AL. La découverte de nombreuses étoiles variables de type «RR Lyrae» (plus de 70 d'après les dernières études) de magnitudes moyennes de mV=22.60±0.12 et de périodes autour de 0.60 jours [L1,A1], a permis d'extrapoler un module de distance (m-M)V de 22.04±0.14, ce qui se traduit par une distance de 834 100 AL. La taille (visible) de cette naine n'est que de 5 000 AL environ.
Les étoiles les plus brillantes de Leo I sont de magnitude 20 et plus faibles et la magnitude absolue de cette naine est de -11 [L1]. Leo I s'éloigne lentement de notre Voie Lactée avec une vitesse radiale de 285±2km/s [C9], traduite en décalage vers le rouge de 0.00095±0.00001.
Le diagramme HR de Leo I révèle une branche horizontale indiquant sans ambiguité la présence d'une ancienne population stellaire pauvre en métaux dans ses régions externes [A3]. A l'opposé d'autres naines du groupe local, Leo I semble donc avoir initié sa première vague de formation stellaire plus tard que les autres: 70 à 80% de ses étoiles semblent nées entre 7 et 1 milliard d'années dans le passé [A4] et peut donc être considé-



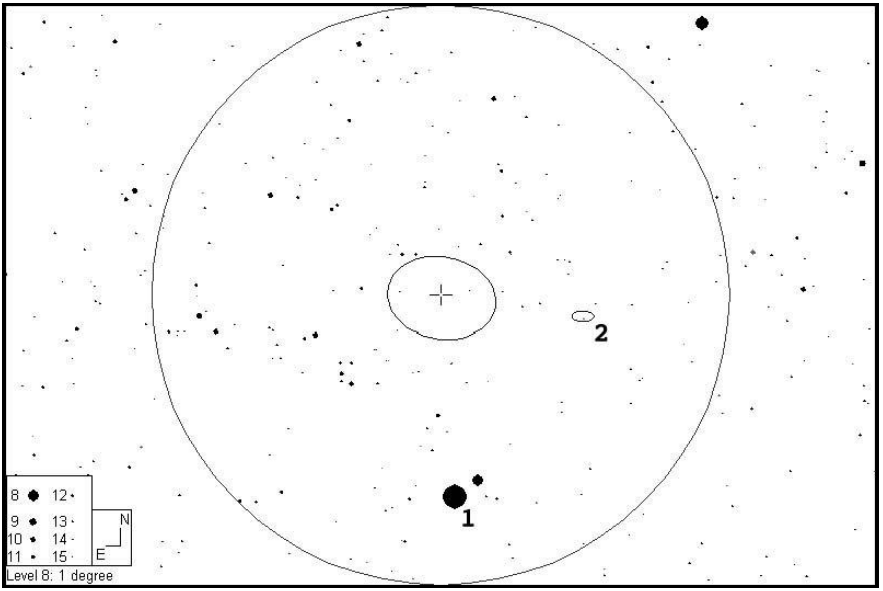


Ci-dessus : *image de Leo I complètement résolue en étoiles (© David MALIN, AAT Board); TN ø3900mm, F/3.3; Siding Spring (AUS), alt.1000m; compositage de 3 clichés (25min. sur IIaO & filtre GG385, 20min. sur IIaD & filtre GG495, 30min. sur 098-04 & filtre RG610).*

Ci-contre *: Image de Leo I au télescope de 5m du Mont Palomar (© Hale Observatories)*



Constellations *autour du Lion et champ de 5°, typique d'un chercheur (petit cercle central) centré sur Leo I © Guide 7*



Champ de 1° autour de Leo I *(ellipse et croix centrale), avec Regulus = α Léo (1) et la galaxie IC 591 (2) © Guide 7*

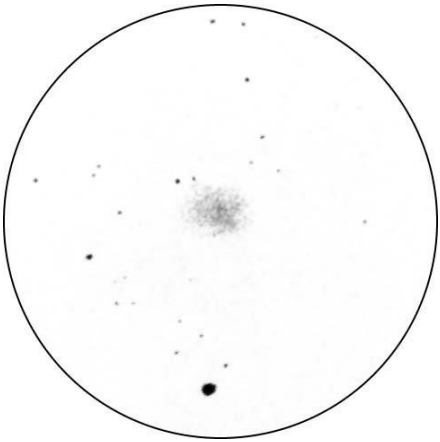
-rée comme une naine plutôt «jeune». Il n'y a, bien sûr, plus guère de gaz encore présent dans le disque galactique de Leo I susceptible de former des étoiles.

REPÉRAGE

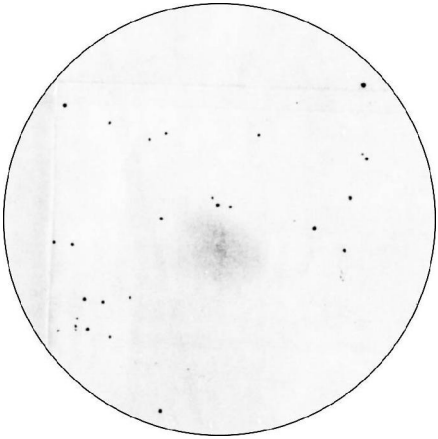
La localisation visuelle est à la fois très simple et très difficile. Bien sûr, la proximité de Régulus (Alpha LEO, 10h08m23s, +11°58'02", V=1.4, B-V=-0.09, sp.B7V [P1]) offre un jalon de départ idéal puisqu'il suffit, après l'avoir centrée, de déplacer l'instrument de 20.8' vers PA4°, c'est-à-dire de pratiquement 20' vers le Nord.
On pourra ensuite utiliser les cartes de champ fournies dans cet article ou les images et dessins l'accompagnant, afin de localiser précisément la position de cette naine. Soyez cependant sûr que l'éclat de Régulus sera gênant, spécialement dans les petits instruments ou à faible grossissement. Il faudra donc veiller à utiliser un oculaire donnant un champ inférieur à 40' de ø et s'efforcer de maintenir Régulus en dehors du diaphragme oculaire.

SOURCES

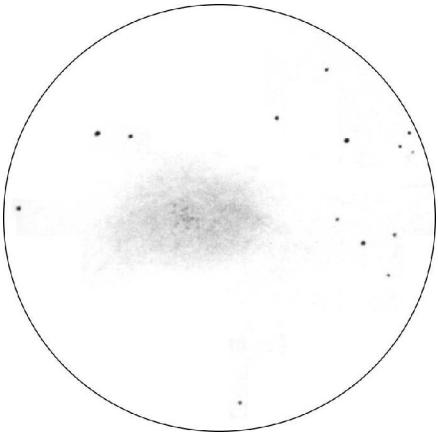
Rares sont les sources mentionnant Leo I: on rencontre cependant quelques comptes-rendus à travers d'articles [A6,A7,A8], lesquels mentionnent les premières observations à partir de 300-350mm de ø et recommandent d'éviter l'usage d'oculaires «grand champ». Les zones faibles et externes nécessitent toutefois un grand diamètre (ø>450mm) pour être perceptibles.



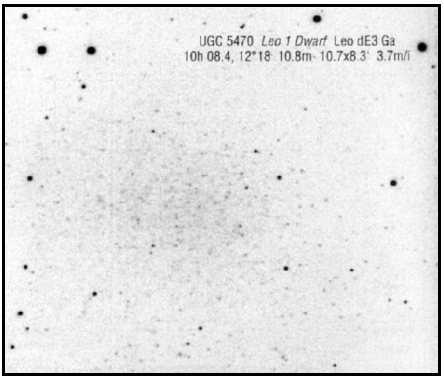
Dessin de Tom POLAKIS (USA)
TN ø330mm, F/4.5, 60x; T=1 Arizona (USA) [A6]



Dessin de Riku HENRIKSON (FIN)
TN ø635mm, F/5, 80x; T=1 (mvlon=6.2), Kylonakoski (FIN) [A7]



Dessin de Timo KARHULA (FIN)
TN ø440mm; T=1 (mvlon=6.4), Virsbo (FIN) [A8]



© J.C. Vickers (USA)
SC ø355mm, F/7, ccd Photometrics 1A; Back River obs. (MA, USA), alt.50m [L6]

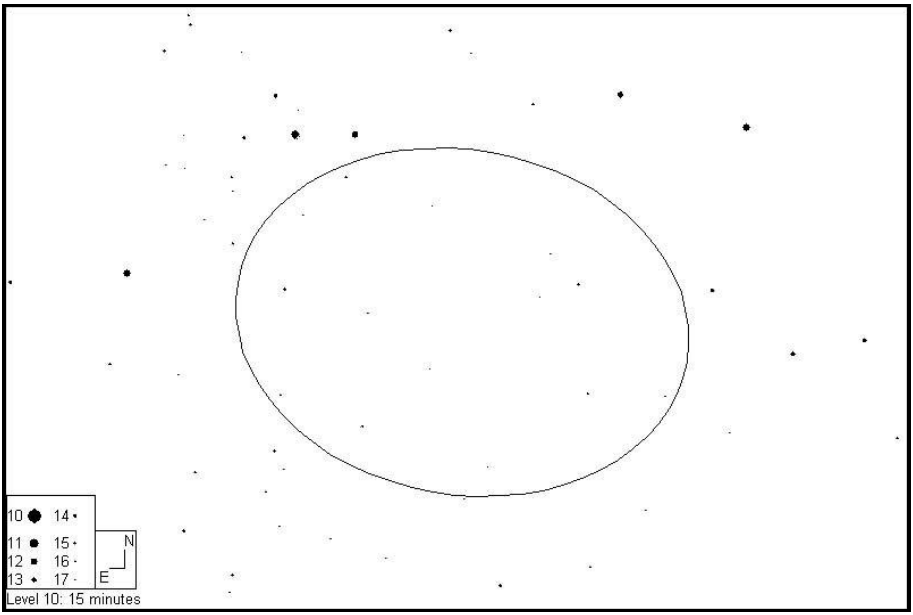
OBSERVATEURS (CE)

Philippe ROUX

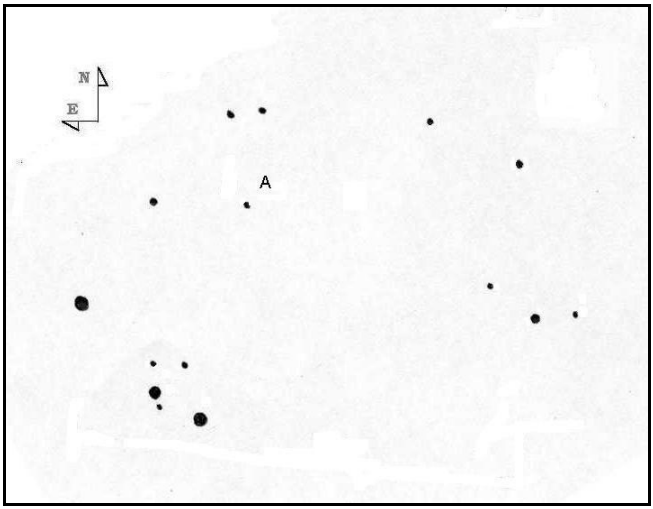
TSC ø200mm, F/10, 50x, T=2, S=2,5, Ploumillau (22).
Le 15/02/02 22H45 TU. Seeing moyen (après une journée ensoleillée) mais transparence assez bonne grâce à un air sec et froid (S=2, et T=2). Le repérage est très facile il suffit de faire sortir la brillante étoile alpha du Lion, en se déplaçant vers le nord, pour se centrer sur le champ de Leo I. La brillance de alpha Leo impose de la garder cette étoile hors champ pour rechercher la très faible galaxie. Le champ à été facilement identifié au TSC 200 mais la galaxie reste invisible. les quelques nébulosités soupçonnées 50% du temps, et reportées sur le dessin, sont en fait des étoiles en limite de détection pour le télescope.
A savoir :
-au centre
GSC 8331278 (m=14,3)
- en arc
GSC 833 88 (m=13,7)
GSC 833 266 (m=13,3)
GSC 833 78 (m=13,5)Il est noter que S. Brunier signale dans son livre "astronomie du ciel profond" la galaxie comme non-vue au T200 ... ce que je confirme !

Michel BESSON

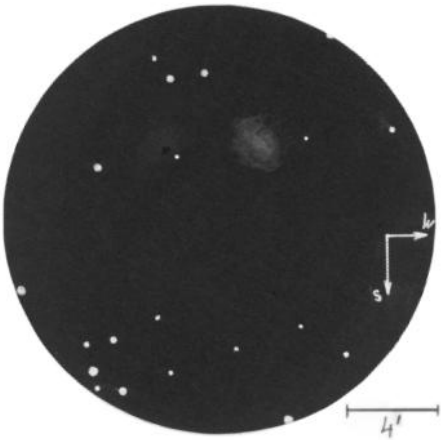
TSC ø254mm, F/10, 98x, T=3, S=4, H=53°, Saint-Sulpice en Savoie (73), alt. 530m.
Difficile à définir, les étoiles E et F sur le trapèze d'Orion sont vagabondes, quelques passages nuageux, beaucoup de turbulence, masse floue sur la première vue en VI ,sur la 2 ème une étoile entourée d'un léger halo



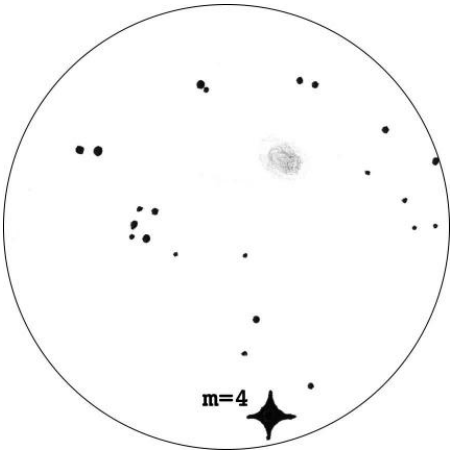
Champ de15' autour de Leo I (ellipse), *© Guide 7*



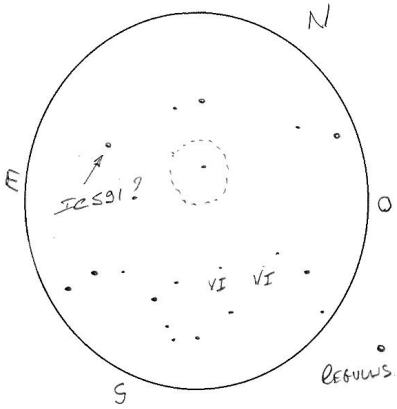
B. LAVILLE, *TSC 254mm, 104x, Chabottes (13), 12/02/2002, T=0, S=2-3, mvIonUMI 6.34 VI5(pasD). L'objet A est GSC 833 1278, m14.25B, vu VI2 à x45.*



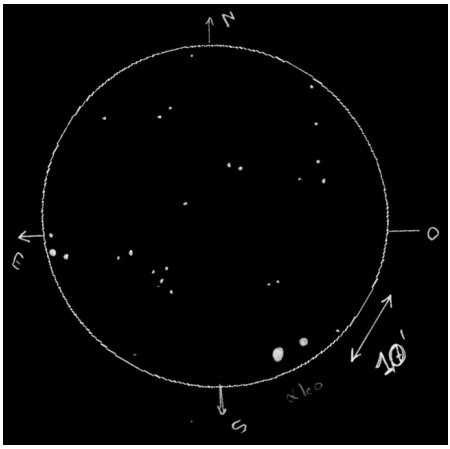
Fabrice MORAT, *TSC ø356mm, F/11,8, 119x, 153x, T=1-2, S=3, H=53°, MvlonUmi = 6,3, Entremont (74).*



Yann POTHIER, *TN ø445mm, F/4.5, 74-125x; T=1, S=4, H=57°, La Clapière (05), alt.1650m; 17/02/94, 23h30TU*



Michel BESSON, *TSC ø254mm, F/10, 98x, T=3, S=4, H=53°, Saint-Sulpice en Savoie (73), alt. 530m.*



Philippe ROUX, TSC ø200mm, *F/10, 50x, T=2, S=2,5, Ploumillau (22*

peut être IC 591 je ne suis pas sur de mon observation.

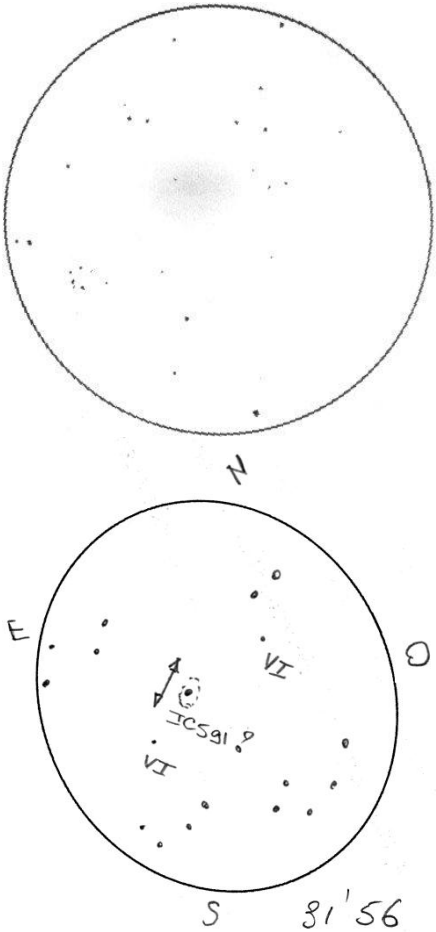
Bertrand LAVILLE
TSC ø254mm, F/10, 104x, T=0, S=2-3, H=54°, MvIonUmi = 6,34 Chabottes (13).
Une observation non réussie est, en soi, une observation. Elle permet de mieux cerner les limites de perception de l'objet.
Et je suis au regret de vous dire que tel a été le cas pour Leo1. A x45, x65, x105 et x140 Leo 1 n'a pas été vu, malgré de très bonne conditions d'observation.
Le meilleur G parait être x105, comme le meilleur compromis entre:
- l'éloignement de Regulus
- l'assombrissement du fond du champ
- la faible brillance de surface de Leo 1
Note: Cette observation corrobore une première tentative, le 15 03 2001, qui avait aussi été un échec, avec des conditions d'observations pratiquement aussi bonnes (T1, P0.5, S2-3/105)

Fabrice MORAT
TSC ø356mm, F/11,8, 119x, 153x, T=1-2, S=3, H=53°, MvIonUmi = 6,3, Entremont (74).
Elle émerge à peine du fond du ciel. Il y a quelques années, sous un ciel meilleur, Léo I a été vue assez facilement au T280. Vue avec plus de difficultés cette fois-ci au T356. Meilleure vue à 153x en VI5d (=VI6). Description d'un des glimpses : centre un peu plus lumineux et allongé entouré d'un halo très diffus (confirmé par d'autres glimpses). NB : IC 591, située à 14,6' W de Léo I est vue V3.

Yann POTHIER
TN ø445mm, F/4.5, 74-125x; T=1, S=4, H=57°, La Clapière (05), alt.1650m; 17/02/94, 23h30TU: «à 125x, tache floue moyenne en taille et hyper-faible en éclat, vue 25% du temps d'observation; un peu oblongue environ 3.8'x2.9' dans le sens ENE-OSO; très légèrement plus brillante au centre; Regulus de m=4 est à 25'S: à sortir impérativement du champ».

CONCLUSION

Léo I reste un défi au dessous de 300 mm.
Avec un ciel et un observateur dans des conditions optimale, la galaxie reste à tenter avec un T200. Avec de très grands diamètres (700mm et plus), on pourrait voir si, à l'instar des régions HII d'autres galaxies naines ou irrégulières comme NGC 6822 ou NGC 2366, on peut y détecter des zones particulières plus brillantes. D'après les photographies prises avec de grands télescopes, il n'y aurait pas de telles régions HII dans cette galaxie. Peut-être des amas globulaires, comme le suggère l'image du DSS ? La résolution en étoiles semble être en tous cas hors de portée des instruments d'amateurs. Pour atteindre la magnitude 20, celle des étoiles les plus brillante de Leo I, il faudrait probablement une ouverture de 3 à 4 m !



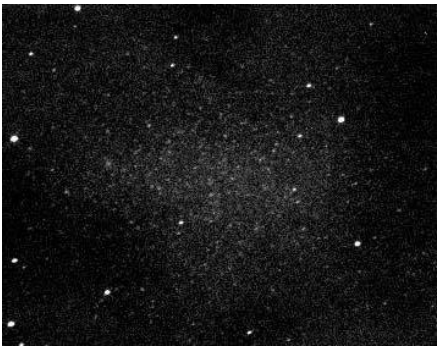
▲▲ *Jere KAHAMPAA, TN 205 ?*

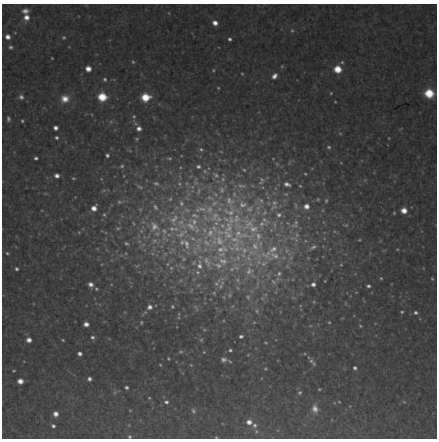
▲ ***Michel BESSON,*** *TSC ø254mm, F/10, 98x, T=3, S=4, H=53°, Saint-Sulpice (73), alt. 530m.*

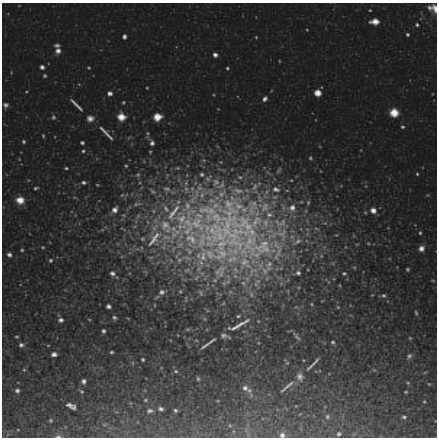
▲▲► ***© David BRIGGS (USA)***
SC ø355mm, image ccd 160 second composite with Starlight Xpress MX916.

▲► ***© AURA, DSS-STScI****; TS ø1220mm, F/3, 45min. sur 103aE + filtre rouge RP2444; Palomar Obs. (Californie, USA), alt.2000m; 17/04/1950, 04h25TU.*

►*Image montrant de probables amas globulaires… adapté du DSS.*







PROCHAINS DOSSIERS

La petite nébuleuse par réflexion

Minkowski 1-92

(19h36m19s, +29°32'50") dans le Cygne pour CE n°26 à paraître en Juillet 2002.

NGC 6834,

Amas ouvert, CE27, Octobre 2002

M 53,

Amas globulaire, CE28, Janvier 2002

RÉFÉRENCES

[A1] «RR Lyrae variable stars in the dwarf spheroidal galaxy Leo I», Held E. & al., dans Astrophysical Journal, vol.562, p.L39, 2001

[A2] «Dwarf elliptical galaxies: structure, star formation and colour-magnitude diagrams», Carraro & al., in Royal Astronomical Society, Monthly Notices, vol.327, p.69, 2001

[A3] «The elusive old population of the dwarf spheroidal galaxy Leo I», Held E. & al., dans Astrophysical Journal, vol.530, p.85, 2000

[A4] «The star formation history of the Local Group dwarf galaxy Leo I», Gallart C. & al., vol.118, p.2245, 1999

[A5] «Hubble Space Telescope observations of the Local Group dwarf galaxy Leo I», Gallart C. & al., dans Astrophysical Journal, vol.514, p.665, 1999

[A6] «Observing the Local Group», T. Polakis, dans Deep Sky, n°36, vol.9, #4, p.12, 1991

[A7] «Observing Leo I & the NGC 4881», R. Henrikson, dans Betelgeuse, vol.20, #1, p.3, 1995

[A8] «Galaxies Section», B. Skiff, dans Observing Section Reports of the Webb Society, #14, p.33, 1995

[C1] «The Deep Sky Field Guide to Uranometria 2000.0», M. Cragin, J. Lucyk & B. Rappaport, éd. Willmann-Bell (USA), 1993, carte 189

[C3] «Sky Catalogue 2000.0, vol.2», A. Hirshfeld & R. Sinnot, éd. Sky Publishing & Cambridge University Press (USA), 1985, p.330

[C7] «Saguaro Astronomical Club Data Base (SAC 7.2)», Saguaro Astronomy Club, Août 2000

[C9] «NASA/IPAC Extragalactic Database», NASA (USA), 2001 (http://nedwww.ipac.caltech.edu)

[L1] «Burnham's Celestial Handbook, vol.2», R. Burnham Jr, éd. Dover Publications (USA), 1978, p.1061

[L4] «Nébuleuses et Galaxies», S. Brunier, éd. Dunod (FRA), 1985, p.77

[L6] «Deep Space CCD Atlas : North», J. Vickers, éd. Back River Observatory/Graphic Traffic Co. (USA), p.104

[P1] «Guide 7.0», logiciel DOS/Windows, éd. Project Pluto (USA), 1998

[P2] «BT-Atlas», C. Buil & E. Thouvenot, éd. Société d'Astronomie Populaire (FRA), logiciel dos/Windows, 1996.

[S1] «Digitized Sky Survey» du Space Telescope Science Institute (STScI-USA) (=stdatu.stsci.edu/cgi-bin/dss_form).

[S4] site Internet de Jere Kähanpää (www.helsinki.fi/~jkahanpa/drawings.html)

[S17] site Internet SkyView de la NASA (skyview.gsfc.nasa.gov/skyview.html)

[T1] «Uranometria 2000.0, vol.1», W. Tirion, B. Rappaport, G. Lovi, éd. Willmann-Bell (USA), 1987, carte 189

[T2] «Millenium Star Atlas», R. Sinnott & M. Perryman, éd. ESA-Sky Publishing (USA), 1997, carte 732

[T3] «Sky Atlas 2000.0», W. Tirion, éd. Sky Publishing Corp. (USA), 1981, p.13

[T6] «Atlas du ciel 2000.0, Cambridge», W. Tirion, éd. Broquet, 1993, carte 10

Sommaire

L'observation des amas de galaxies - *B. LAVILLE* 3
Lectures… - *F. MORAT* 15
Galaxies de printemps aux petits instruments - *JR. GILIS* 17
Normes de turbulence, commentaires (2) - *F. MORAT* 19
La résolution des amas globulaires – *P. BRUNET* 25
Groupes de galaxies dans la Vierge - *L. FERRERO* 36
Dossier spécial: Leo I - *COLLECTIF*..... 38

Ciel Extrême
Fondateur : Yann POTHIER
Compilateur / pagineur : Jean-Raphaël GILIS

+ / < ....***33, rue des Bourdonnais - 75001 PARIS***
(..... 01-42-33-52-84
: 8 .....*e-mail : gilis@club-internet.fr*
..... *site : http://astrosurf.com/cielextreme*