

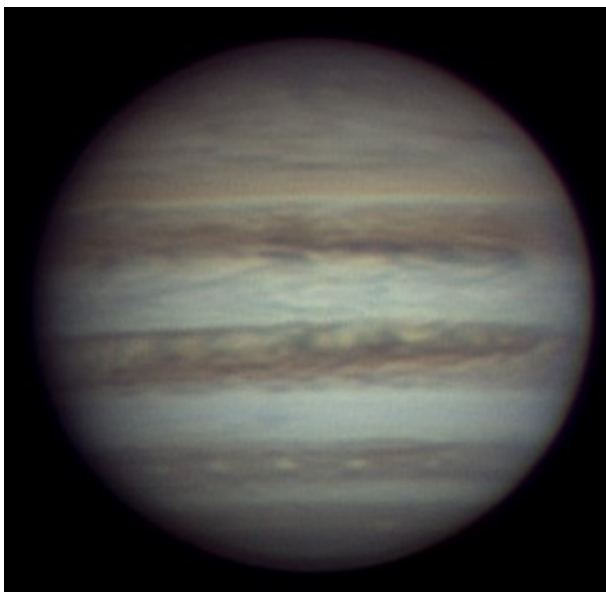


Société Lorraine d'Astronomie

Parrainée pour ses 50 ans par M. André Brahic

L'ÉCHO D'ORION

159 - 2^e quadrimestre 2017



Jupiter

1^{er} juin 2017
Distance :
725 millions
de kilomètres.



10 juin



Photos Didier
Lavandier



Sommaire 159

Deuxième quadrimestre 2017

- 3 Éditorial
- 4-6 Chapeau !
Photos réalisées par nos membres



Saturne à 1 353 millions de kilomètres (juin 2017)
Photo Didier Lavandier



- 7-10 Nuit des étoiles 2017 :
encore un bon cru !

Conférence sur les calendriers
Photo Anne Lagrange



- 11-13 La S.L.A. de retour à Amance
- 14-15 Jeu : la phrase astro mystérieuse
- 16-27 Les étoiles doubles et multiples
- 28 Jeu : solution

Éditorial

La démocratisation d'Internet à la fin des années 1990 et au début des années 2000 a permis aussi une certaine démocratisation de l'astronomie. Auparavant, seuls les clubs et les livres permettaient d'apprendre à faire de l'astronomie. L'accès à l'information était plus difficile. Et puis sont apparus les sites internet, les forums de discussions, les e-mails... Des astronomes qui habitaient à l'autre bout de la France pouvaient se parler, se donner des conseils, etc.

Depuis le début des années 2010, une deuxième phase est en cours. Celle des réseaux sociaux et des vidéos. Des chaînes de vulgarisation scientifique, d'astronomie et de photographie ont vu le jour sur *Youtube*, *Vimeo* ou *DailyMotion*. Elles sont de très bonne qualité. Elles permettent en partie de combler un manque télévisuel. La science n'a jamais eu une grande place en télévision.

Je vous propose donc une sélection de quelques chaînes d'excellente qualité, qui sont un complément, voire une source d'information importante aujourd'hui.

- E-penser : une excellente chaîne de vulgarisation scientifique
<https://www.youtube.com/user/epenser1>
- ScienceEtonnante : une autre très bonne chaîne de vulgarisation scientifique
<https://www.youtube.com/user/ScienceEtonnante>
- La Tronche en Biais : sur les biais cognitifs, la méthode scientifique, l'esprit critique...
<https://www.youtube.com/user/TroncheEnBiais>
- AstronoGeek : une chaîne dédiée à la vulgarisation de l'astronomie
https://www.youtube.com/channel/UC5X4e8ScZI2AFd_vkjSoyoQ
- Le studio de poche : une chaîne dédiée à la photographie (et à l'astrophotographie)
<https://www.youtube.com/user/Airbuse2>
- Et plein d'autres chaînes : Dr Nozman, Experimentboy, Hygiène Mentale, Florence Porcel, Stardust - La Chaîne Espace, Le Sense Of Wonder, Lanterne Cosmique, Scientifiste...

D. W.

Chapeau !

Au cours des derniers mois, de très belles photos ont encore été réalisées par nos membres, qui obtiennent des résultats de plus en plus époustouflants. Jugez vous-même...



NGC 6960
(« Petite Dentelle »),
dans le Cygne.

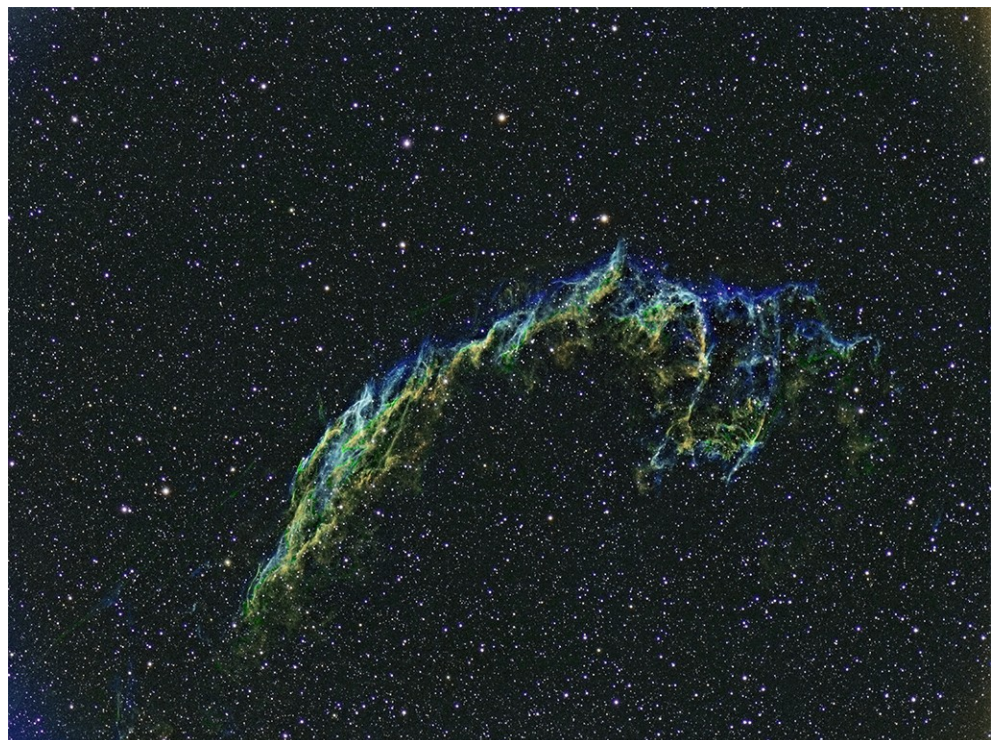
Lunette de 130 mm
Astroprofessional, roue
à filtres Atik et filtres Baader.
Caméra ZWO ASI 1600.
Deux couches : H-alpha
et OIII. Guidage avec la FS60
et l'Atik 314
sur monture EQ6.
Couches composées
de 3 poses de 3 mn.
Traitement avec PixInsight :
rouge = Ha, vert = OIII,
bleu = OIII,
luminance = Ha + OIII
pour un total de 18 mn.

*Photo Jacques Walliang
à Martigny-les-Gerbonvaux.*

NGC 6992
(« Grande Dentelle »),
dans le Cygne.

Lunette de 102 mm
Astroprofessional,
réducteur 0,8, roue
à filtres SX, filtres
Astrodon 5 nm en 31,75 ;
H-alpha = 7 × 3 mn,
SII = 9 × 3 mn,
OIII = 9 × 3 mn.
Caméra ASI 1600.
Poses de 3 mn. Guidage :
lunette Astroprofessional
de 66 mm
et caméra Atik 314
sur monture HEQ5.

*Photo Jacques Walliang
à Mandeure (Doubs).*





Jupiter au fil des semaines.

3 avril 2017

Télescope Celestron 8, caméra ZWO ASI 120MM, roue à filtres manuelle avec filtres LRVB Ir (R 610 nm), barlow Celestron Ultima × 2.

Distance : 666,99 millions de kilomètres.

6 avril

Télescope Celestron 8, caméra ZWO ASI 120MM, roue à filtres manuelle avec filtres RVB Baader, barlow Celestron Ultima × 2.

Distance : 666,6 millions de kilomètres.



21 avril – Io en transit

Télescope Celestron 8, caméra ZWO ASI 120MM, roue à filtres manuelle avec filtres Baader RVB, barlow Celestron Ultima × 2.

Distance : 670,9 millions de kilomètres.

25 juin

Télescope Celestron 8, caméra ZWO ASI 120MM pour l'image en noir et blanc en haute résolution (échantillonnage à 0,08) derrière un filtre CCD rouge. Caméra ZWO ASI 224MC avec correcteur de dispersion atmosphérique pour l'image couleur.

Distance : 777,6 millions de kilomètres.



10 mai

Télescope Celestron 8, caméra ZWO ASI 224MC, filtre IR Astronomik, correcteur de dispersion atmosphérique (ADC) Pierro Astro. Barlow : deux modèles testés : Skywatcher visuel/photo et Telescope Service que je trouve meilleure.

Distance : 687 millions de kilomètres.





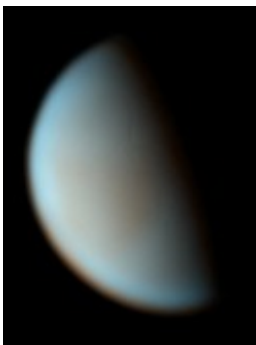
Saturne, 1^{er} juin 2017

Télescope Celestron 8, caméra ZWO ASI 224MC, filtre anti-IR ZWO, correcteur de dispersion atmosphérique.
Distance : 1 356 millions de kilomètres.



2 juin

Télescope Celestron 8, caméra ZWO ASI 224MC, barlow × 2,5, triplet APO Kepler, filtre anti-IR ZWO, correcteur de dispersion atmosphérique.



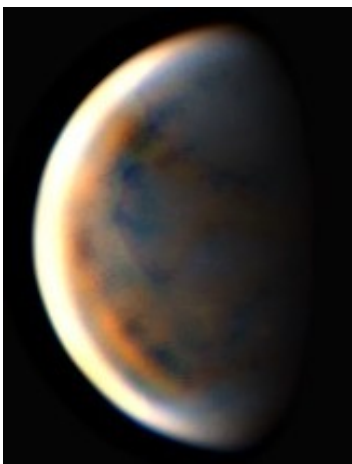
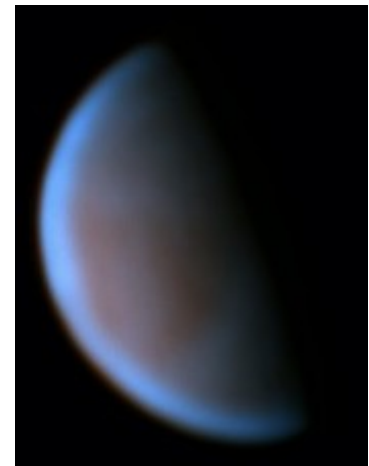
Vénus

26 juin 2017

Télescope Celestron 8, caméra ZWO ASI 120MM avec correcteur de dispersion atmosphérique, filtre IR Pro 742 Astronomik. Filtres W47 + IR Cut Astronomik pour la prise d'images en ultraviolet.

26 juin

Télescope Celestron 8, caméra ZWO ASI 120MM, filtres IR Pro 742 Astronomik et W47 associés à un IR Cut Astronomik, correcteur de dispersion atmosphérique.
Cadence 180 im/s, format de capture 320 × 240, 5 000 images composées sur 114 000.
Distance : 131,7 millions de kilomètres.

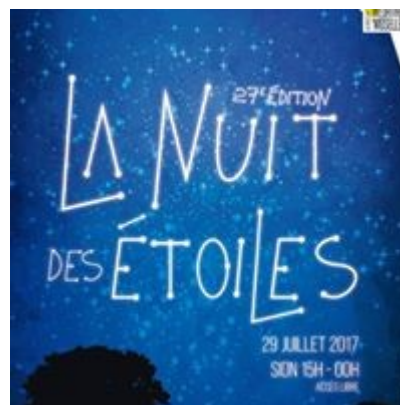


30 juillet

Image réalisée avec filtre IR servant de couche rouge, celle réalisée avec filtre W47 + IR Cut servant de couche bleue, la moyenne des deux servant de couche verte.
Utilisation du process de traitement sur l'image du 30 juillet.
Chaque filtre met en évidence les formations nuageuses à différentes altitudes. Le filtre IR 742 nm (formations rougeâtres) met en évidence les formations nuageuses à environ 50 km du sol. Le filtre W47 + IR Cut (formations bleutées) celles à environ 90 km. Les différentes hauteurs de formations nuageuses sont très bien visibles.

Photos des planètes : Didier Lavandier.

Nuit des étoiles 2017 : encore un bon cru !

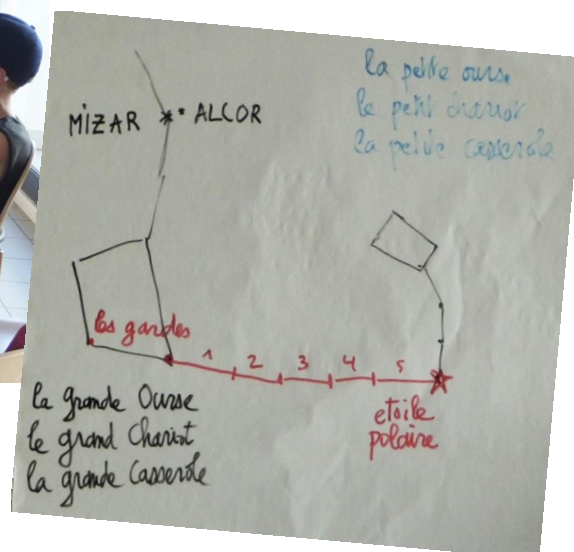


Vingt-septième édition de cette manifestation : la S.L.A., comme d'habitude, n'a pas lésiné.

A 15 heures, les télescopes, spécialement équipés pour l'observation du Soleil, attendaient le public. Les deux nouvelles activités proposées aux enfants l'an passé avaient connu un tel succès que nous les avons reconduites : l'atelier « dessin » dans la salle *Mirabelle*, animé par Régine Hoffmann et Anne Lagrange, et, sur le terrain, l'atelier « construction et lancement de fusées à eau », avec Didier et Benjamin Lavandier, Bruno Vespasiani et Stéphane Paquot.



Les très belles maquettes, déjà exposées l'an dernier, réalisées minutieusement par les mem-



bres du club d'Allamps, *Astéroïde B612*, étaient parfaites pour expliquer à nos visiteurs les mouvements des planètes, leurs tailles, la mécanique céleste, les constellations, etc.



Comme en 2016, nous avons invité Sylvia Pardi, de l'Observatoire Centre Ardennes (Belgique).

C'est toujours avec plaisir qu'elle se rend parmi nous et elle apprécie beaucoup le site de Sion. Elle a fortement intéressé les personnes présentes à sa conférence de plus

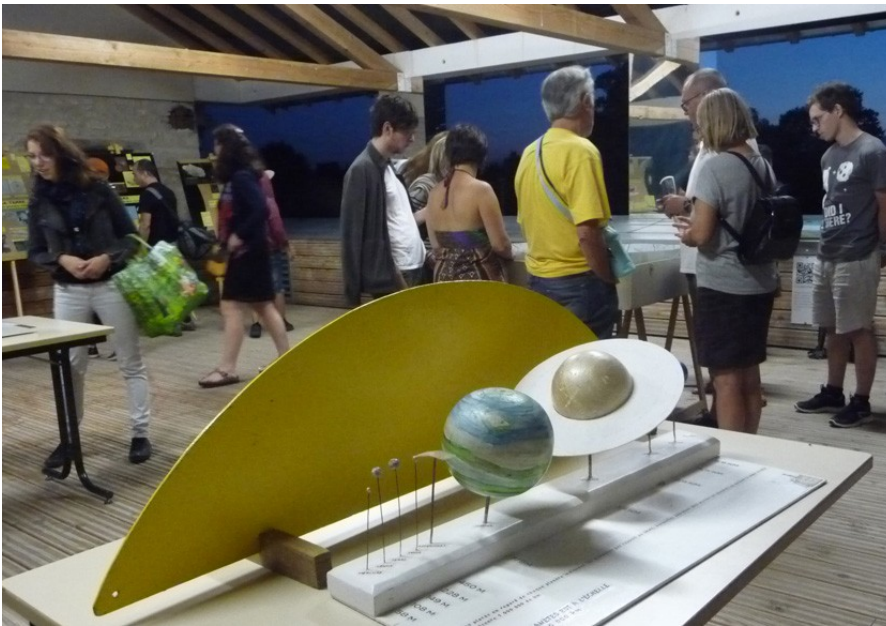
d'une heure axée sur la Lune (mythologie, croyances des différents peuples...).

Auparavant, Pierre Haydont avait présenté un exposé sur les saisons et les calendriers (julien, grégorien, la date de Pâques, l'ordre des jours de la semaine, les noms des mois...).

Le soir, Michel Mathieu montrait, sur grand écran à l'extérieur, le logiciel *Stellarium*, démonstration qui attire toujours beaucoup de monde. Et Bruno Vespa-



siani proposait de son côté, également à l'extérieur, un diaporama consacré au Système solaire. Le public avait le choix !



Malgré quelques passages nuageux, sur le terrain, les membres possesseurs de jumelles ou d'instruments, invitaient le public à mettre l'œil à l'oculaire pour regarder la Lune (à la veille de son premier quartier), et Jupiter, dans la Vierge, déjà bien basse en début de nuit. Plus tard, ce fut le tour des objets

habituels du ciel profond en cette période estivale. Pierre s'était fait pendant quelque temps « montreur d'étoiles » pour que les personnes présentes apprennent à les reconnaître.

Celles-ci ont été un peu moins nombreuses que l'an passé, sans doute à cause du *Mondial Air Ballons* qui se déroulait en même temps et peut-être aussi parce que cette date de fin juillet était inhabituelle.

Merci à tous les adhérents qui se sont mobilisés une fois de plus pour cette importante manifestation qui connaît toujours un grand succès.



Les quelques photos reproduites ici donnent une idée de ce qui s'est fait tout au long de cette journée.

Merci également aux membres qui se sont succédé à l'accueil afin de renseigner

le public sur les différentes activités proposées par notre association. Ce n'est pas évident de répéter les mêmes informations encore et encore...

Nos remerciements s'adressent enfin au Conseil départemental de Meurthe-et-Moselle qui a contribué à la réussite de cette journée de différentes façons (préparation du terrain et des salles, gestion du parking, mise à disposition de la Cité des Paysages, etc.).



Pierre Haydont.
(Photos : Anne Lagrange.)

La S.L.A. de retour à Amance

Vendredi 25 août 2017

L'année dernière, l'Association des Amis du Lavoisier, par l'intermédiaire de Geneviève Martin, avait souhaité que nous organisions une soirée d'observation du ciel à Amance, laquelle avait connu un beau succès. Cette année, l'opération a été renouvelée en présence d'un public tout aussi passionné.



LES premières personnes, arrivées vers 20 h 30 – et bien d'autres un peu plus tard –, ont pu observer un joli croissant de Lune lorsque les nuages le permettaient, mais assez souvent tout de même. Quatre jours plus tôt, notre satellite avait provoqué une belle éclipse totale de Soleil, visible surtout aux États-Unis, réplique de celle du 11 août 1999 pour nous.



Jupiter, dans la Vierge et un peu au sud de la Lune ce soir-là, a montré ses satellites aux personnes présentes de bonne heure car la planète a disparu assez vite derrière les arbres. Fin août, la Vierge n'est plus guère observable ! Saturne, dans Ophiucus, s'offrait également au public. Elle représente toujours un émerveillement dans un télescope...

Nos instruments de différents diamètres, dont le Dobson de 406 mm, permettaient de satisfaire les plus

« gourmands » en les pointant vers les objets célèbres du ciel d'été : la nébuleuse de la Lyre, l'amas globulaire d'Hercule, l'étoile double Albireo...

Un peu plus d'une dizaine de nos membres étaient présents sur le terrain et répondaient aux questions du public : « Quel instrument peut-on acheter pour débiter ? », « La Lune sera-t-elle encore près de Jupiter demain soir ? », « Où est l'étoile Polaire ? », « Quelle est cette belle étoile là-bas ? » [Arcturus], etc.

Une fillette de onze ans nous a impressionnés par ses connaissances : elle nous a cité la nébuleuse NGC 6543, « l'Œil de Chat », dans le Dragon ! C'est une nébuleuse connue, certes, mais qui a appris son numéro ?

Évidemment, les lasers verts se révélaient indispensables pour pointer des

constellations pas évidentes à reconnaître, tel le Dauphin, mais tout simplement aussi pour localiser Véga, Deneb, Altaïr, ou montrer les étoiles de la tête du Dragon ou encore nommer celles de la Grande Ourse...

Si la météo n'avait pas été favorable, une conférence, présentée par Gérard Scacchi, aurait été proposée aux personnes présentes. Il leur aurait parlé de la lumière.

Vaste sujet ! Mais cette conférence peut se programmer dans d'autres circonstances, qui sait ?

La soirée s'est prolongée au-delà de minuit. Petit bémol cependant : le ciel, un peu laiteux, était moins bon qu'en août 2016.



Mais le public était content, c'est le principal. Une personne avait même apporté son instrument. Certaines étaient venues de loin, preuve de leur intérêt pour l'astronomie ! Donc, une belle réussite encore une fois pour notre association.

Voici l'article paru dans *L'Est républicain* :



L'observation à partir du télescope de 400 mm de l'association.

« Juste au-dessus de nous c'est Véga » indique Jacques Walliang spécialiste des photos de nébuleuses, aux premiers visiteurs des étoiles sur le site du petit mont. Dans sa lunette de 102 mm, la lune, ou plutôt un quartier de 4 jours, se laisse observer en jouant à cache-cache avec les quelques rares cumulus. C'est la seconde année que l'association Lorraine d'astronomie participe à cette rencontre avec les Amis du Lavoisier d'Amance. Son président Didier Walliang a choisi cette date en prenant en compte : l'état de la lune jusqu'à son coucher à 11 h, le positionnement de Jupiter et Saturne bien observables. En attendant la nuit,

les astronomes amateurs ont accueilli les visiteurs venus des communes du secteur mais aussi de Nancy. Au service des néophytes également, Pierre Haydont passionné par l'observation du ciel depuis l'âge de 11 ans, après avoir lu un ouvrage sur les étoiles. Sa soif d'apprendre reste intacte après 61 ans d'observation, il vient de mettre la dernière main à un diaporama animé qu'il a fait découvrir lors de la nuit des étoiles à Sion. Avec pas moins de 6 télescopes, dont le 400 mm appartenant à l'Association lorraine d'astronomie, les visiteurs ont pu découvrir chaque astre avec une curiosité, la double étoile colorée.

Et Geneviève a écrit :

Malgré le pauvre ciel laiteux, la magie a opéré grâce à vous et vos explications très pédagogiques près des instruments.

Merci à Gérard d'avoir préparé le plan B... On se le garde pour une prochaine occasion !

Nous avons eu un public moins nombreux que l'an dernier, mais plus averti et qui venait de plus loin.

C'est vrai, la gamine était géniale !

Je joins quelques photos dont certaines prises par le journaliste (désolée, j'ai raté le président !) et l'article du journal.

Nous retenons déjà vos services pour la prochaine soirée 2018 !



P. H.

Jeu : La phrase astro mystérieuse

Trouvez les mots dont les définitions vous sont proposées. Certaines cases comportent un chiffre. La lettre correspondante sera à reporter dans toutes les cases du même chiffre de la phrase mystérieuse. Après avoir découvert tous les mots, vous serez en possession des lettres nécessaires pour reconstituer la phrase mystérieuse... qui ne le sera plus !

1. Les mots à découvrir

11				
----	--	--	--	--

				D	3
--	--	--	--	----------	---

			1	
--	--	--	---	--

	13		
--	----	--	--

			20				
--	--	--	----	--	--	--	--

		4					
--	--	---	--	--	--	--	--

		R		2	
--	--	----------	--	---	--

			17
--	--	--	----

				16	
--	--	--	--	----	--

5					10		
---	--	--	--	--	----	--	--

21						
----	--	--	--	--	--	--

		P		9	
--	--	----------	--	---	--

	A				7	
--	----------	--	--	--	---	--

		6		12			
--	--	---	--	----	--	--	--

		15			
--	--	----	--	--	--

1. D'étoiles filantes parfois !

2. Gamma de la Grande Ourse.

3. Là où les astres se couchent.

4. Constellation de la nébuleuse Messier 57.

5. Autour d'un noyau cométaire.

6. Point d'une orbite au plus près du Soleil.

7. Pièce maîtresse d'un télescope.

8. Il en faut les yeux pour distinguer cette constellation !

9. Étoile à chercher dans le Petit Chien.

10. Constellation de l'étoile la plus proche.

11. Un célèbre marathon en mars.

12. Époux de la reine Cassiopée.

13. Devait dévaster l'Éthiopie en provoquant un raz de marée.

14. Le nôtre est dû à Grégoire XIII.

15. Peut se fêter du 22 mars au 25 avril.

18			C		
----	--	--	---	--	--

				14
--	--	--	--	----

		I	8		
--	--	---	---	--	--

		19			D
--	--	----	--	--	---

16. Discrète constellation estivale.

17. L'étoile de la queue du Cygne.

18. Un satellite de Neptune.

19. Se tortille près de Céphée.

2. La phrase mystérieuse

2	6	13	3	10	7	9	3	7	7	9	9			
14	2	1	1	9	17	8	2	6	9	8	16	10	1	
6	9	1	15	10	3	8	4	9	3	7	1			
21	3	2	1	1	10	4	10	7	9					
11	9	4	2	16	12	9	12	9	15	10	3	8	4	9
5	9	7	8	1	3	7	1	8	4	16	2	1		
7	9	6	9	1	16	7	8	11	3	1	:			
5	9	1	16	7	8	5	9	6	6	9	1			
15	10	2	18	2	7	2	1	1	9	7	8	11	3	4
12	9	10	17	19	9	4	16	1	9	7				
7	,	9	8	3	7	8	11	3	1					
12	2	20	2	1	2	14	6	9	1	11	3	4		
15	10	3	8	4	9	5	9	7	8	1				

Pierre Haydont

Les étoiles doubles et multiples

LES étoiles naissent par condensation de vastes nébuleuses gazeuses. En général, cette condensation intéresse toute la nébuleuse, laquelle donnera naissance à plusieurs dizaines ou centaines d'étoiles. Exemple : la nébuleuse d'Orion.

Il peut se produire que *les étoiles naissent à proximité les unes des autres* et qu'elles restent liées par la gravitation. Il existe donc des étoiles doubles, triples, quadruples, multiples.

1. La découverte des étoiles doubles

L'OBSERVATION à l'œil nu de l'étoile ζ UMa (Grande Ourse), appelée Mizar, révèle un petit compagnon de 4^e magnitude situé à 12' (minutes d'arc) de Mizar ; il s'agit de l'étoile 80 UMa (Alcor). C'est là un test très facile d'acuité visuelle.

Mais il s'agit d'un couple optique, d'un alignement purement fortuit car Mizar et Alcor sont situées respectivement à 18 pc et 25 pc (pc = parsec ; un parsec = 3,26 années-lumière).

En 1651, Riccioli découvrit que Mizar se dédouble elle-même en deux étoiles brillantes distantes de 14,5" (secondes d'arc) l'une de l'autre. On attribua à cette époque la coïncidence de deux étoiles éloignées l'une de l'autre.

Les découvertes de ce genre se succédèrent sans que l'on songeât à de réels *couples physiques*.

En 1776, William Herschel mesura ces étoiles doubles fortuites pour calculer les parallaxes d'étoiles proches. Ce fut un échec, mais par contre, le mouvement orbital de certaines étoiles doubles liées par la gravitation fut mis en évidence. En 1803 il publia le résultat de ses travaux.

Plus tard, grâce à la spectroscopie, on put découvrir un nombre important d'étoiles doubles dites *spectroscopiques*.

La première, en 1889, fut encore Mizar dont l'une des composantes est elle-même double. Mizar est donc un système triple.

2. Classification des étoiles doubles d'après leur aspect

ON connaît aujourd'hui des milliers d'étoiles doubles. Ces étoiles doubles, que l'on appelle *binaires*, ont été découvertes de façons différentes. Il en découle la classification suivante :

2.1. Les étoiles doubles visuelles. Elles sont généralement assez lumineuses et suffisamment séparées. Ces astres apparaissent doubles quand on les observe avec un instrument astronomique.

2.2. Les binaires spectroscopiques. Étoiles doubles très serrées, détectées par leur vitesse radiale, lors du mouvement des composantes. La nature de la dualité de ces astres est déduite de l'étude de leurs spectres. Il faut en général des mouvements rapides pour s'en apercevoir (effet Doppler-Fizeau).

2.3. Les étoiles doubles découvertes par interférométrie. Le pouvoir séparateur est amélioré en jumelant deux télescopes identiques situés à quelques mètres l'un de l'autre.

2.4. Les étoiles à spectres composites. C'est-à-dire l'addition des raies spectrales propres à des étoiles de différentes températures.

2.5. Les étoiles dont le point représentatif sur le diagramme de Hertzsprung-Russell se place au-dessus des séquences normales. Étoiles dont la magnitude absolue a été surestimée précisément parce que l'étoile est double.

2.6. Les étoiles à grand mouvement propre commun. Un certain nombre d'étoiles ont un mouvement propre identique à celui d'une autre étoile apparaissant comme voisine. Il s'agit en général de deux composantes d'un système binaire très écartées et très proches du Système solaire.

2.7. Les étoiles variables à éclipses. Les trajectoires des deux composantes étant situées dans un même plan, on observera des occultations d'une étoile par l'autre, lesquelles se traduisent, qu'elles soient totales ou partielles, par des variations périodiques de l'éclat global de l'étoile.

2.8. Les étoiles doubles observées lors d'occultations. Lors de l'occultation d'une étoile par un objet du Système solaire (Lune, planète, astéroïde), la disparition de l'étoile est instantanée, mais s'il s'agit d'une binaire, la disparition s'effectue en deux temps. On observe d'abord un brutal affaiblissement de l'étoile : l'une des composantes vient d'être occultée. Puis une disparition totale.

3. Classification physique des étoiles doubles

P ARMI les étoiles cataloguées ou reconnues comme doubles figurent des astres assez variés. Le paramètre essentiel est la distance des deux composantes qui induit des différences fondamentales.

3.1. Les couples optiques. Fausses binaires : aucun lien physique entre elles (effet de perspective), distances différentes.

3.2. Les binaires à composantes écartées et sphériques (figure 1). Véritables étoiles doubles dont les composantes, relativement éloignées entre elles, sont liées par la gravitation. La plupart des couples visuels appartiennent à cette catégorie. Les périodes de révolution d'une composante autour de l'autre sont en général très longues.

Exemples :

Noms des étoiles et magnitude visuelle	Temps de révolution (années)
α Psc (Poissons) : 4,3 et 5,3	720
α Gem (Gémeaux) [Castor] : 2,0 et 2,9	420
α CMi (Petit Chien) [Procyon] : 0,5 et 12	40
ε Hya (Hydre) : 3,5 et 6,9	2 044
α Cen (Centaure) : 0,3 et 1,7	80
ε^1 Lyr (Lyre) : 5,0 et 6,1	1 166
ε^2 Lyr (Lyre) : 5,1 et 5,4	585
α CMa (Grand Chien) [Sirius] : -1,58 et 8,6	50

De telles périodes correspondent à des orbites très grandes.

Si on suppose que les masses des étoiles sont voisines de celle du Soleil, on obtient les chiffres suivants :

Périodes (années)	Demi-grand axe de l'orbite (unités astronomiques)
40	15
100	27
500	80
2 000	200



Figure 1. — Composantes écartées et sphériques.
Exemples : α Gémeaux (420 ans), α Grand Chien (50 ans).

3.3. Binaires rapprochées à composantes ellipsoïdales (figure 2). Lorsque les deux composantes sont assez proches l'une de l'autre, des phénomènes de marées se produisent sur chacune d'elles, lesquelles prennent des formes ellipsoïdales.

Les périodes de révolution sont beaucoup plus courtes et des déformations géométriques des composantes peuvent produire de légères variations d'éclat, notamment lorsque la Terre est proche du plan de révolution des deux étoiles.

La rotation de chacune des deux étoiles est synchronisée avec le mouvement de révolution orbitale. Les étoiles de cette catégorie ont été repérées par leurs variations d'éclat ou de spectre. Exemple : α CrB (Couronne boréale), période de 17 jours.

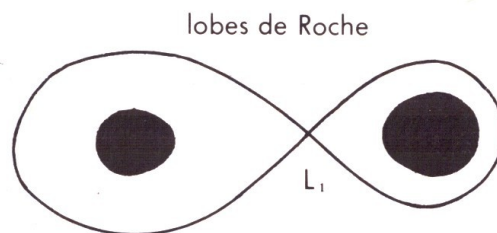


Figure 2. — Système détaché : composantes proches ellipsoïdales.

3.4. Les systèmes semi-détachés. Une surface équipotentielle est une surface d'équilibre hydrostatique. Exemple : la surface d'un lac ou d'un océan est une surface équipotentielle.

Autour d'une étoile simple, les surfaces équipotentielles sont des sphères centrées sur l'étoile.

Autour d'une étoile double, les équipotentielles ont des formes plus variées (figure 3).

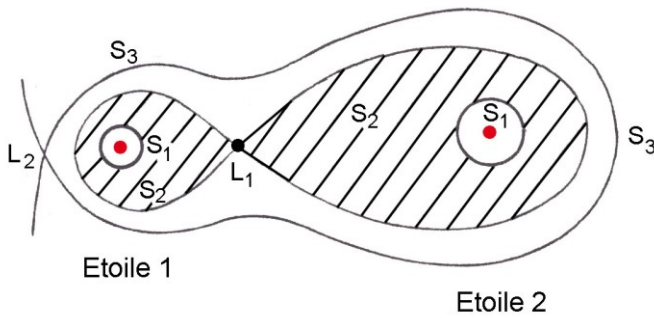


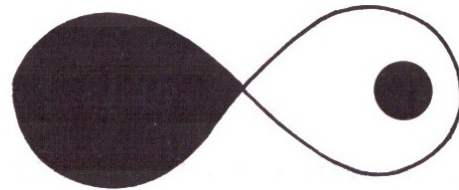
Figure 3.

La surface présente alors *un point singulier*, L_1 , qui est le premier point de Lagrange ; la matière située à l'intérieur de cette surface appartient *strictement à l'une ou à l'autre des deux étoiles*.

Pour une valeur plus faible du potentiel (donc plus à l'extérieur), le second point de Lagrange, L_2 , apparaît sur l'équipotentielle S_3 . La matière située entre S_2 et S_3 appartient au système, mais sans qu'on puisse préciser à laquelle des deux étoiles. Au-delà de S_3 , la matière risque de s'échapper du système. La surface S_2 définit deux lobes de Roche qui se touchent en un point. Lorsqu'aucune étoile ne remplit son lobe de Roche, on dit que le système est *détaché* (figure 2).

Si l'une des deux étoiles remplit son lobe de Roche (figure 4), le système est *semi-détaché*. Exemple : l'étoile β Per (Persée) [Algol]. Période : 2 jours, 20 heures, 49 minutes.

Figure 4. — Système semi-détaché : l'une des étoiles remplit son lobe de Roche.



Dans une telle situation, la plus grosse des deux étoiles perd de la matière qui va tomber sur l'autre composante, et ces transferts de matière modifient l'évolution des deux étoiles.

3.5. Les étoiles doubles au contact. Si les deux composantes remplissent leur lobe de Roche (figure 5), les étoiles sont au contact et de grands échanges de matière ont lieu. Les périodes sont souvent très courtes ; ainsi W UMa (Grande Ourse) a une période de 8 heures, 0 minute, 27 secondes.

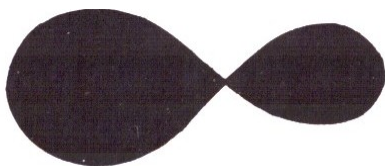


Figure 5. — Système au contact : les deux étoiles remplissent leur lobe de Roche.

4. Observation des étoiles doubles

A la découverte des étoiles doubles

L'OBSERVATION des étoiles doubles est un domaine très ouvert aux amateurs. Un tour des beautés du ciel se doit d'inclure quelques étoiles doubles. « Deux soleils » presque collés l'un contre l'autre constituent un spectacle étonnant.

On pourra rechercher des couples dont les couleurs sont très différentes, ainsi que des binaires composées d'étoiles à forte différence de magnitude et dont le compagnon le plus faible est bien difficile à déceler.

La description d'une étoile double contient toujours les informations suivantes. Celles-ci sont extraites de la *Revue des Constellations*. Exemple :

$$\begin{aligned} \Sigma 1744 &= \zeta \text{ UMa} = \text{Mizar} \\ \alpha &= 13 \text{ h } 21,9 \text{ mn} \quad \delta = +55^\circ 11' \\ mv &= 2,4 \text{ et } 4,0 \\ \theta &= 150,9^\circ \text{ et } \rho = 14,43'' \end{aligned}$$

Explications :

L'étoile Mizar = ζ UMa (*dzéta* Grande Ourse) porte le numéro 1744 dans le catalogue des étoiles doubles de W. Struve. Son nom est désigné par la lettre grecque Σ (*sigma*).

α (*alpha*) et δ (*delta*) sont les coordonnées équatoriales de l'étoile (ascension droite et déclinaison).

mv est la magnitude visuelle des deux composantes, soit 2,4 et 4,0.

ρ (*rhô*) et θ (*thêta*) caractérisent la position relative du compagnon par rapport à l'étoile principale (repères en coordonnées polaires), ρ étant l'écartement entre les deux étoiles et θ l'angle compté de 0° à 360° à partir du nord dans le champ de l'oculaire dont l'image est inversée (figure 6).

Le choix des étoiles doubles à observer est fonction du diamètre de l'instrument.

4.1. Règles élémentaires dans le choix d'étoiles doubles pour l'amateur. Les étoiles trop écartées n'ont aucun intérêt. Exemple : il est intéressant de dédoubler Mizar et Alcor à l'œil nu ; par contre, dans une lunette, cette image disparaît.

Les couples spectaculaires sont formés d'étoiles de magnitude voisine.

En cas de forte différence de magnitude, le seul intérêt réside dans des colorations très différentes. Exemples : β Cyg (*bêta* Cygne), ϵ Boo (*epsilon* Bouvier), etc.

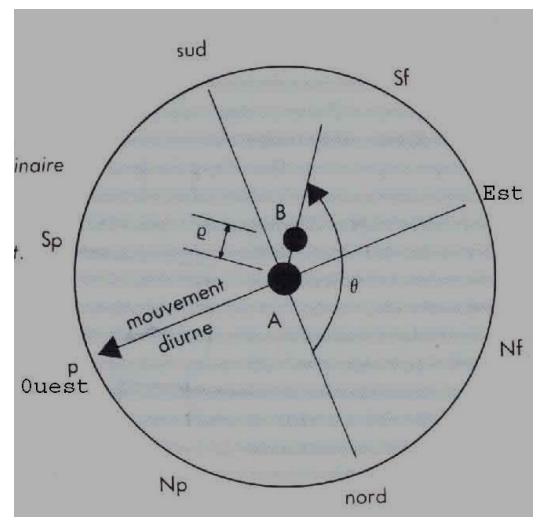


Figure 6.

Le pouvoir séparateur de l'œil diminue fortement lorsque les étoiles sont faibles. Ainsi une binaire du type mv 10,0 et 10,0, $\rho = 2,5''$ est inobservable dans une lunette de 60 mm de diamètre dont le pouvoir séparateur est de $2''$ et qui permet pourtant d'apercevoir des objets de 11^e magnitude.

Le grossissement utilisé doit permettre de bien séparer les deux composantes, sans excès. Il faut éviter un grossissement trop fort pour une double très écartée.

4.2. Exercices d'observations. Trois manipulations sont pratiquées par les amateurs d'étoiles doubles.

4.2.1. Estimation de ρ et θ . Sans le secours d'un micromètre à fils, la mesure de ρ est assez difficile, mais abordable pour θ .

Il s'agit d'estimer visuellement l'angle de position θ du compagnon par rapport à la composante principale. Si l'oculaire est réticulé, l'estimation est beaucoup plus simple.

Dans tous les cas, il faut déterminer la direction du mouvement diurne (direction est-ouest) dans le champ de la lunette.

Puis la direction du nord, origine des angles θ (attention ! lunettes et télescopes renversent l'image). Un observateur habile parvient en général à estimer θ à 5° près. L'estimation devient difficile si les composantes sont très proches. Lorsqu'il est très difficile de dédoubler les deux étoiles, l'estimation de θ peut permettre de savoir si l'on a observé le compagnon ou s'il s'agit d'une déformation de l'image liée à l'objectif.

4.2.2. Étoiles à forte différence de magnitude. Des différences de magnitudes rendent la séparation des composantes beaucoup plus difficile. L'étoile principale très brillante prend l'aspect d'une « fontaine lumineuse » à laquelle le compagnon est accolé. Une différence de cinq magnitudes est énorme. Exemples : le compagnon de la Polaire dans une lunette de 80 mm ($m_v = 2,1$ et $8,9$, $\rho = 18,4''$) ou celui de Rigel ($m_v = 0,2$ et $6,8$, $\rho = 9,5''$) dans une lunette de 60 mm.

Dans certains cas, le compagnon se place exactement sur le premier anneau de diffraction. Il est alors difficile de déceler le simple renforcement de l'anneau, qui disparaîtra en cas de forte turbulence. Paradoxalement, une lunette un peu plus petite permettrait de résoudre le problème car le compagnon apparaîtrait alors entre le disque et le premier anneau.

4.2.3. Observations de binaires à paramètres inconnus. Certains atlas signalent par des symboles particuliers les étoiles doubles. Le jeu consiste alors à observer un système double dont on ne connaît rien. Quatre situations sont possibles :

- Le caractère d'étoile double est évident.
- Il s'agit d'une binaire très serrée, éventuellement inobservable avec l'instrument.
- Les deux composantes diffèrent fortement en magnitude.
- Ce n'est qu'un couple optique.

4.2.4. Utilisation des étoiles doubles pour tester l'objectif ou le miroir d'un instrument. Nous avons parlé en optique astronomique de la tache de diffraction. L'observation des étoiles doubles offre un test assez simple et relativement fiable pour se rendre compte de la qualité d'un objectif ou d'un miroir.

Rappelons que le rayon apparent, R , de la tache de diffraction est donné par la formule :

$$R = \frac{14,1''}{D}$$

R est exprimé en secondes d'arc, et D (diamètre du miroir) en centimètres.

L'aspect d'une étoile double est lié aux dimensions de la tache de diffraction. La figure 7, subdivisée en a, b, c, d, e, f , montre l'aspect d'une étoile double en fonction du pouvoir séparateur de l'instrument.



Premier cas. La distance ρ des deux composantes est grande par rapport à R : les deux figures de diffraction sont alors bien séparées (figure 7 a).

Figure 7 a

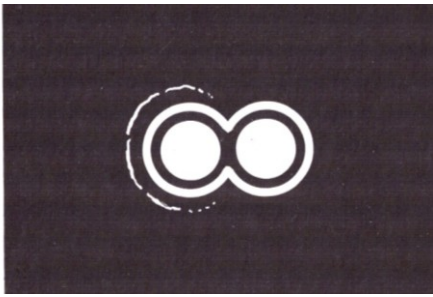


Figure 7 b

Deuxième cas. La distance ρ des deux composantes est légèrement supérieure à $2R$. Si les étoiles sont assez faibles, les anneaux de diffraction ne sont pas visibles et l'on observe deux disques côte à côte.

Si les étoiles sont brillantes, la séparation est un peu moins facile. Les faux disques de diffraction sont légèrement plus grands et la lumière des anneaux de l'une des étoiles se mélange à celle de l'autre étoile (figure 7 b).

Si les étoiles sont d'éclats très différents, la plus faible risque d'être noyée dans l'anneau de diffraction de l'autre (figure 7 c).

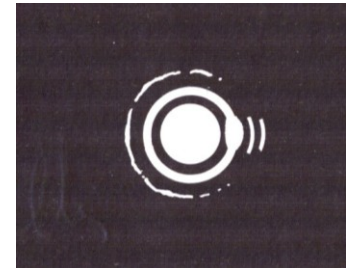


Figure 7 c

Troisième cas. La distance ρ est égale à la limite de résolution (pouvoir séparateur P_s) théorique ($P_s = 12''/D$ en cm).

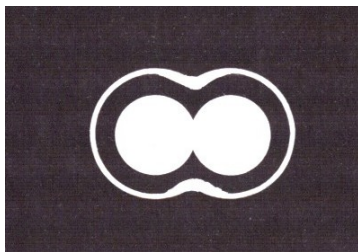


Figure 7 d

Les deux taches de diffraction se chevauchent ; toutefois, la zone située entre les centres respectifs des deux composantes semble moins lumineuse et donne l'impression que le couple est séparé (figure 7 d).

Quatrième cas. C'est l'étranglement ; aucune séparation, même intermittente, n'est décelable. L'image a constamment l'aspect de la figure 7 e.

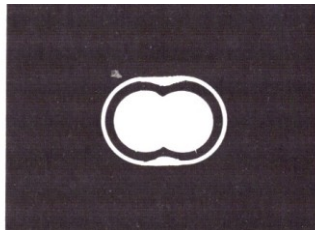


Figure 7 e

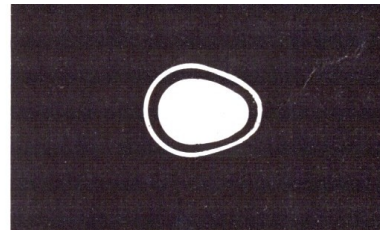


Figure 7 f

Cinquième cas. Allongement, les composantes sont encore plus proches ($\rho = 2$, $P_s = 3$). On ne voit plus qu'une seule étoile qui a l'aspect d'un œuf (figure 7 f).

Il est évident que les cas 3 (figure 7 d), 4 (figure 7 e) et 5 (figure 7 f) ne sont observables qu'en l'absence de turbulence atmosphérique.

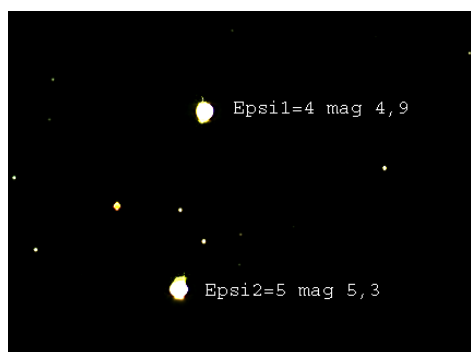
La possibilité d'observer des étoiles doubles serrées est liée à la dimension et à la structure de la tache de diffraction.

Un mauvais objectif donnera des taches de diffraction un peu plus grandes et de formes irrégulières. Avec ce matériel, le pouvoir séparateur théorique P_s ne sera jamais dépassé.

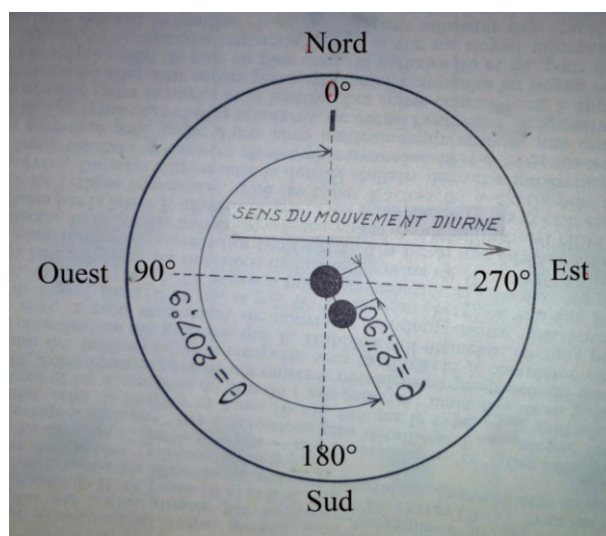
Une façon de tester l'objectif ou le miroir est de choisir une liste d'étoiles doubles à composantes de même éclat, ni trop faibles, ni trop brillantes, de magnitude de 5 à 7 pour un instrument de 150 mm de diamètre. On essaiera successivement de dédoubler les étoiles de cette liste.

Quelques étoiles doubles visibles à l'œil nu

Étoiles	mv1 et mv2	ρ	Remarques
γ et 11 UMi (Petite Ourse)	3,1 et 5,1	17'	
Mizar et Alcor	2,04 et 4,0	11' 49"	Test d'acuité visuelle (Mizar = ζ UMa)
ε Lyr (Lyre)	4,5 et 4,7	3' 30"	Test d'acuité visuelle
δ Lyr	4,5 et 5,5	10'	
30 et 31 Cyg (Cygne)	4,0 et 5,0	5' 37"	
γ et 6 Equ (Petit Cheval)	4,8 et 6,0	5' 44"	Système très difficile à résoudre à l'œil nu
π et 27 Peg (Pégase)	4,3 et 5,6	12'	
α Cap (Capricorne)	3,8 et 4,6	6' 19"	
π Oct (Octant)	5,5 et 5,6	13'	Proche du Pôle sud
γ Oct	5,1, 5,7 et 5,3	14' et 26'	Système triple proche du Pôle sud



ε^1 Lyr et ε^2 Lyr



Étoile double (champ dans l'oculaire).
Image non inversée.

Quelques étoiles doubles visibles avec des jumelles

Étoiles	mv1 et mv2	ρ	θ	Remarques
π^1 UMi (Petite Ourse)	6,9 et 7,7	31"	82°	
ν Dra (Dragon)	5,0 et 5,0	62"	312°	
ψ Dra	4,9 et 6,1	30"	15°	

Étoiles	mv1 et mv2	ρ	θ	Remarques
δ Cep (Céphée)	3,8 et 7,5	41"	191°	Célèbre variable
AR Cas (Cassiopee)	4,9 et 7,1	76"	269°	$\alpha = 23$ h 27,7 mn ; $\delta = + 58^{\circ} 16'$
11 et 12 Cam (Girafe)	5,3 et 6,4	3'		
μ Boo (Bouvier)	4,5 et 6,7	108"	170°	
36 et 37 Her (Hercule)	5,7 et 6,8	70"	230°	
ζ Lyr (Lyre)	4,3 et 5,7	44"	149°	
β Lyr	3,4 et 7,8	46"	148°	Célèbre variable
β Cyg (Cygne)	3,2 et 5,3	34"	54°	Contraste des couleurs
16 Cyg	6,2 et 6,4	39"	134°	
31 Cyg	4,0 et 7,1	107"	173°	
61 Cyg	5,6 et 6,3	29"	147°	
θ Ser (Serpent)	4,7 et 5,1	22"	104°	Un peu difficile à séparer
57 Aql (Aigle)	5,8 et 6,5	36"	170°	
ψ^1 Psc (Poissons)	5,6 et 5,8	30"	159°	
λ Ari (Bélier)	4,9 et 7,4	37"	46°	
30 Ari	6,6 et 7,3	38"	274°	
δ Ori (Orion)	2,5 et 7,0	53"	359°	
Σ 747	4,7 et 5,6	37"	224°	$\alpha = 5$ h 32,6 mn ; $\delta = - 6^{\circ} 2'$
θ^2 Ori	5,2 et 6,5	53"	93°	Étoile triple
σ Ori	3,8 et 6,6	42"	61°	Système quadruple dans un télescope
ι Cnc (Cancer)	4,2 et 6,8	31"	307°	
α Lib (Balance)	2,9 et 5,3	3' 51"	314°	
ν Sco (Scorpion)	4,3 et 6,6	41"	336°	
β Cap (Capricorne)	3,3 et 6,2	3' 25"	336°	
ρ Cap	5,0 et 6,7	4' 13"		
HN 117	6,3 et 7,3	87"	159°	$\alpha = 22$ h 37 mn ; $\delta = -28^{\circ} 35'$
Σ 476	6,2 et 6,3	39"	18°	$\alpha = 5$ h 17 mn ; $\delta = -18^{\circ} 34'$
Σ 28	5,7 et 6,7	65"	72°	$\alpha = 5$ h 22,3 mn ; $\delta = -36^{\circ} 41'$
Σ 236	6,5 et 6,9	57"	73°	$\alpha = 20$ h 58,9 mn ; $\delta = -43^{\circ} 12'$

Quelques étoiles doubles à observer avec une lunette ou un télescope

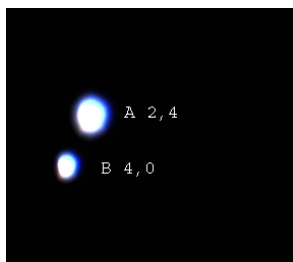
Étoile	Coordonnées équatoriales		mv1	mv2	ρ	θ	Remarques
Σ 2742 = 2 Equ (Petit Cheval)	20 h 59,7 mn	+ 6° 59'	7,3	7,5	2,7"	218°	Test pour instrument de 55 mm
Σ 3050 And (Andromède)	23 h 56,9 mn	+ 33° 27'	6,5	6,7	1,6"	316°	Test pour instrument de 75 mm
57 Cnc (Cancer)	8 h 51,2 mn	+ 30° 48'	6,3	6,5	1,5"	317°	Test pour instrument de 95 mm
Σ 2054 Dra (Dragon)	16 h 23,1 mn	+ 61° 49'	6,0	7,0	1,1"	352°	Test pour instrument de 110 mm
η Oph (Ophiucus)	17 h 7,5 mn	- 15° 40'	3,4	3,9	0,38"	269°	Test pour instrument de 250 mm
ξ UMa (Grande Ourse)	11 h 15,5 mn	+ 31° 49'	4,4	4,9	2,3"	60°	
Mizar	13 h 21,9 mn	+ 55° 11'	2,0	4,0	14,4"	151°	
α CVn (Chiens de chasse)	12 h 53,7 mn	+ 38° 35'	2,9	5,5	19,6"	228°	Cor Caroli
ϵ Boo (Bouvier)	14 h 42,8 mn	+ 27° 17'	2,7	5,3	2,8"	337°	
ζ CrB (Couronne boréale)	15 h 37,5 mn	+ 36° 48'	5,1	6,0	6,3"	305°	
α Her (Hercule)	17 h 12,4 mn	+ 14° 27'	Var.	5,7	4,6"	107°	Contraste des couleurs
ρ Her	17 h 22,0 mn	+ 37° 11'	4,5	5,5	4,0"	317°	
95 Her	17 h 59,4 mn	+ 21° 36'	4,9	4,9	6,3"	258°	
ϵ^1 Lyr (Lyre)	18 h 42,7 mn	+ 39° 37'	5,0	6,1	2,7"	355°	Système « double-double »
ϵ^2 Lyr	18 h 42,7 mn	+ 39° 37'	5,1	5,4	2,3"	91°	
γ And	2 h 0,8 mn	+ 42° 5'	2,3	5,1	9,9"	63°	Contraste des couleurs
θ Aur (Cocher)	5 h 56,3 mn	+ 37° 13'	2,7	7,2	3,0"	319°	Grande différence de magnitude
γ Leo (Lion)	10 h 17,2 mn	+ 20° 6'	2,6	3,8	4,3"	122°	
γ Vir (Vierge)	12 h 39,1 mn	- 1° 11'	3,6	3,7	3,5"	293°	
δ Ser (Serpent)	15 h 32,4 mn	+ 10° 42'	4,2	5,3	3,9"	178°	
τ Oph	18 h 0,4 mn	- 8° 11'	5,3	6,0	1,8"	278°	
γ Del (Dauphin)	20 h 44,3 mn	+ 15° 57'	4,3	5,3	10,0"	268°	
α Psc (Poissons)	1 h 59,5 mn	+ 2° 31'	4,3	5,3	1,9"	281°	
γ Ari (Bélier)	1 h 50,8 mn	+ 19° 3'	4,7	4,8	7,9"	0°	

Étoile	Coordonnées équatoriales		mv1	mv2	ρ	θ	Remarques
θ^1 Ori (Orion)	5 h 32,8 mn	- 5° 25'					Trapèze d'Orion ; sextuple avec un instrument de 150 mm
52 Ori	5 h 45,3 mn	+ 6° 26'	6,0	6,1	1,4"	210°	Test pour instrument de 95 mm
α Gem (Gémeaux)	7 h 31,4 mn	+ 32° 0'	2,0	2,9	2,7"	87°	
β Mon (Licorne)	6 h 26,4 mn	- 7° 0'	4,7, 5,2 et 5,6 à 7,2" et 2,9" (système triple)				
ξ Cnc	8 h 9,3 mn	+ 17° 48'	5,7, 6,0 et 6,1 à 0,67" et 5,9" (système triple)				
ν^1 Sco (Scorpion)	16 h 9,1 mn	- 19° 20'	7,0	8,1	2,3"	51°	
ν^2 Sco	16 h 9,1 mn	- 19° 20'	4,6	5,8	1,0"	2°	
α Sco	16 h 26,3 mn	- 26° 19'	1,2	5,4	3,0"	276°	
ζ Aqr (Verseau)	22 h 26,3 mn	- 0° 17'	4,4	4,6	1,8"	216°	
γ Cet (Baleine)	2 h 40,7 mn	+ 3° 2'	3,7	6,3	2,93"	293°	
θ Eri (Eridan)	2 h 56,4 mn	- 40° 30'	3,4	4,5	8,2"	87°	

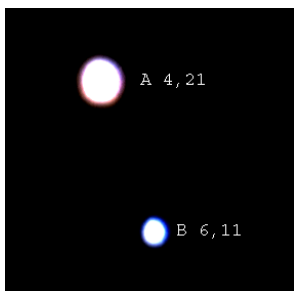
L'alphabet grec

α = alpha	β = bêta	γ = gamma	δ = delta	ε = epsilon	ζ = dzéta
η = êta	θ = thêta	ι = iota	κ = kappa	λ = lambda	μ = mu
ν = nu	ξ = ksi (xi)	\omicron = omicron	π = pi	ρ = rhô	σ = sigma
τ = tau	υ = upsilon	φ = phi	χ = khi	ψ = psi	ω = oméga

Quelques photographies



1.



2.

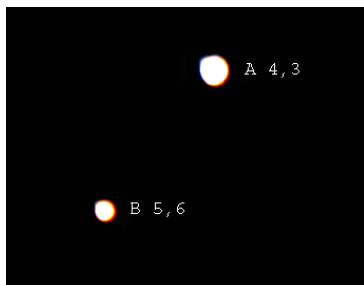


3.

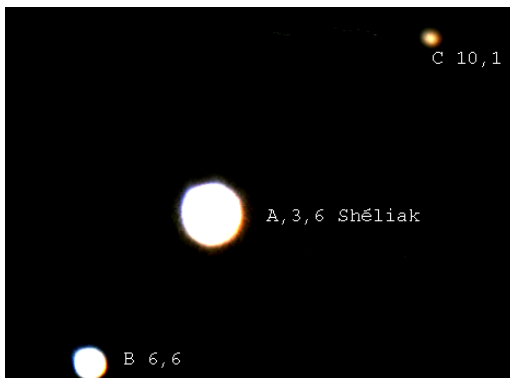
1. Grande Ourse : STF 1744 (ζ UMa, Mizar), mag. A = 2,4 ; B = 4,0 à 14,43"

2. Céphée : STF 58 (δ Cep), mag. A = 4,21 ; B = 6,11 à 24,85"

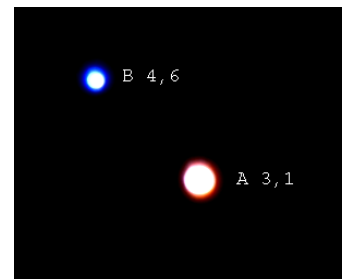
3. Hercule : STF 31 (36 et 37 Her), mag. A = 5,7 ; B = 6,8 à 69,7"



4.



5.



6.

4. Lyre : STF 38 (ζ Lyr), mag. A = 4,3 ; B = 5,6 à 37,25"

5. Lyre : STF 39 (β Lyr, Sheliak), mag. A = 3,6 ; B = 6,6 à 39,60" ; C = 10,1 à 67"

6. Cygne : STF 43 (β Cyg), mag. A = 3,1 ; B = 4,6 à 34,32"



7.

7. Aigle : STF 2594 (57 Aql), mag. A = 5,65 ; B = 6,35 à 35,7"

8.

8. Chevelure de Bérénice : S HJ 143 (12 Com),
mag. A = 4,86 ; B = 11,8 à 36,8" ; C = 8,9 à 65,2".

Une quatrième étoile, D = 9,0 à 214,3",
est invisible ici, hors du champ.



Jean Paradis

Solution de notre jeu la phrase mystérieuse

1. Les mots à découvrir

1. Pluie	8. Lynx	15. Pâques
2. Phecda	9. Procyon	16. Flèche
3. Ouest	10. Centaure	17. Deneb
4. Lyre	11. Messier	18. Triton
5. Chevelure	12. Céphée	19. Léopard
6. Périhélie	13. Baleine	
7. Miroir	14. Calendrier	

1	S		8	T		15	Q
2	I		9	E		16	O
3	A		10	U		17	X
4	R		11	P		18	F
5	C		12	D		19	Z
6	L		13	Y		20	V
7	N		14	B		21	M

2. La phrase mystérieuse

**IL Y A UNE ANNÉE BISSEXTILE TOUS LES QUATRE ANS,
MAIS SUR UNE PÉRIODE DE QUATRE CENTS ANS,
TROIS NE LE SONT PAS : CE SONT CELLES
QUI FINISSENT PAR DEUX ZÉROS EN N'ÉTANT PAS
DIVISIBLES PAR QUATRE CENTS**



Société Lorraine d'Astronomie

Association loi 1901

Correspondant de la Société Astronomique de France pour la Lorraine

Agréée des Associations de jeunesse et d'éducation populaire

parrainée pour ses 50 ans, en 2015, par M. André Brahic

Faculté des Sciences et Technologies – Université de Lorraine

B.P. 70239

Boulevard des Aiguillettes

54506 VANDOEUVRE LES NANCY CEDEX

Site : <http://www.astronomie54.fr>

Courriel : contact@astronomie54.fr

Liste de diffusion : astronomie54@framalistes.org



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



Envoi de documents pour *L'Écho d'Orion* : pierre.haydont@hotmail.fr