

Le Groupe Local

Le bulletin de Magnitude 78

Numéro 25 – février 2006

Editorial

par Emmanuel Milcent

Cela fait tellement longtemps qu'on en parle, depuis des années. Elle a semblé longtemps lointaine, presque inaccessible, et puis, jour après jour, elle s'approche de nous, à pattes de velours. Progressivement son mouvement va s'accélérer, nous serons bientôt pris dans une course haletante et au dernier jour elle se jettera sur nous à plus de 2500 km/h. Cette ombre gigantesque qui apparaîtra au sud ouest va nous englober pendant 4 minutes et six secondes.

Je le parie, nous allons ressentir un grand frisson. Dans le Sahara, c'est un paradoxe, un peu comme une anomalie de la nature. Mais ce moment restera gravé pour toujours dans nos mémoires.

L'astronomie peut réserver de bonnes surprises, faire passer de bons moments, provoquer l'étonnement, l'admiration et même l'émerveillement. Ceux qui ont vu des aurores boréales ont encore des lueurs dans les yeux quand ils en parlent. Mais l'observation d'une éclipse totale c'est encore un cran au dessus. Cette fois on est dans le spectacle qu'offre la nature, certes au rang de figurant mais cette ombre qui nous envahit n'est pas seulement visible, on la ressent. Et cette bille noire qui trône au milieu du ciel entouré de quelques étoiles qui percent l'écran du ciel du jour forment un tableau qu'on aurait jamais osé imaginer si il ne se produisait pas naturellement.

« Il en parle comme si il en avait déjà vu une !! », diront les plus sarcastiques des membres de notre club. C'est vrai, pour l'instant, j'imagine ce qui va se passer mais à mon retour, je vous le promet, je fais un article qui sera bien du vécu celui là!!

Sommaire de ce numéro

- La nuit du livre de Magnitude 78.

Je lis, tu lis, il lit... alors lisons ! selon Pierre Page 2

- Eclipse 2005 en Espagne.

Serge, Brigitte, le Soleil et la Lune ont rendez vous en Espagne... Page 3

- Des magnitudiens au pays des tortillas.

Chiffres à l'appui, Brigitte nous présente ce joli moment de poésie Page 8

- L'expérience de Miller.

La chimie expérimentale expliquée et décryptée pour vous, par Jean François Leborgne! Page 14

- L'opposition Martienne de 2005.

Où Mars la Rouge se laisse croquer par Serge... Page 18

- C'est maintenant qu'il faut observer Saturne !

Mais si Pierre vous le dit, c'est que c'est le moment !!! Page 22

- Le SUDOKU de l'astronome.

Jouons de nouveau car Pierre nous a grillé... Page 24

Bonne Lecture !

Marthe

Les plus grands journaux comme le Figaro ont leur propre salon du livre. Les plus grands magazines comme Elle ont leur propre prix des lectrices. Magnitude 78 a maintenant sa nuit du livre d'astronomie, et quelle nuit!

La première édition s'est tenue ce vendredi 2 décembre 2005 et ce fût un grand succès: Presque la moitié du club était présente.

Comme dans toutes les immenses premières, il y a eu quelques petits couacs. Mais ceux-ci n'ont pas pu entacher la majesté du moment. Et il n'y a aura que la presse à scandale pour faire ses choux gras de ces petites brouilles comme les cartons d'invitation mentionnant tantôt « livre » au singulier tantôt « livres » au pluriel.

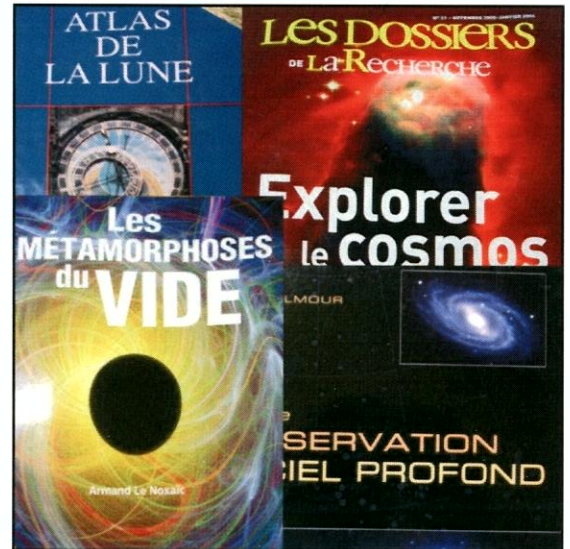
Malgré l'absence remarquée du président au moment de l'inauguration la soirée s'est déroulée sans autre incident, sans accident ni accrochage. Pourtant les discussions sont allées bon train autour de la table, avec la vivacité de propos naturelle du club. Tous les ouvrages bien sagement étalés en début de soirée ont fini bien vite par tourner entre toutes les mains.

Chacun avait apporté ses livres. Les uns -n'ayant pas su faire une sélection- avaient tout apporté et vantaient les mérites de chaque livre selon son genre propre. Les autres -ayant su trouver un critère de choix unique- vantaient qui leur livre de l'été, qui leurs trois ouvrages de base pour bien démarrer en astronomie, qui leur encyclopédie savante, qui leur livre historique, qui leurs beaux livres d'images. Sans compter les atlas et autres guides.

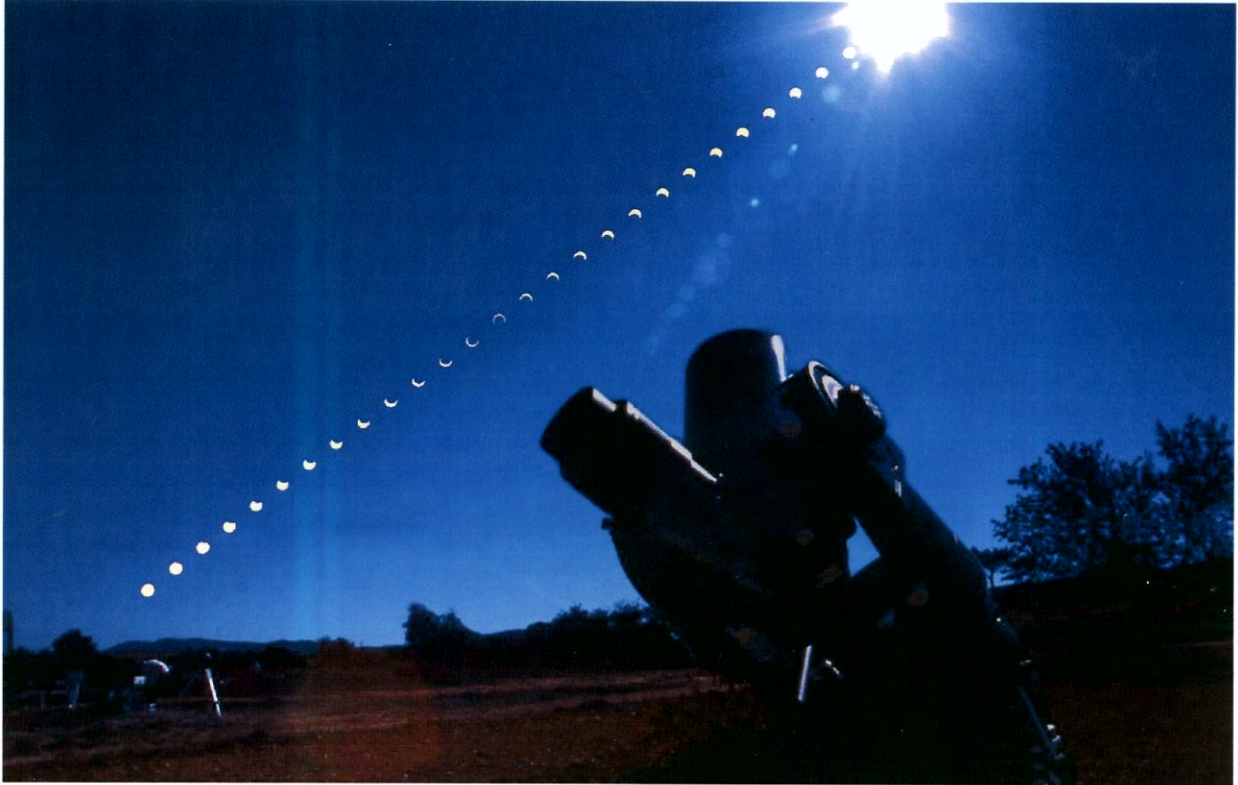
S'il y avait de tous les genres, il y avait aussi de toutes les époques depuis l'Astronomie Populaire de Flammarion en édition originale de 1881 jusqu'au numéro spécial de La Recherche sorti depuis une quinzaine seulement, en passant par les ouvrages d'avant et d'après guerre, d'avant et d'après mai 68 et bien d'autres encore.

Grâce à cette soirée du livre de Magnitude 78 des adhérents ont découvert bien des livres et trouvé la source d'inspiration pour de futurs achats. Certains ont déjà suggéré de programmer la prochaine nuit du livre plus tôt dans le trimestre pour disposer de plus de temps pour leurs achats avant les fêtes.

Et pourquoi pas le prix du livre de Magnitude 78 avec la presse interlocale et plein de petits fours. Ce serait, à n'en pas douter, un « must » incontournable en matière de livre d'astronomie et de petits fours...



*E*phémérides : « Le 3 octobre 2005, une éclipse de soleil traversera l'Espagne d'ouest en est, puis la Méditerranéenne et enfin, plongera sur le continent africain. Elle sera de type annulaire et durera un peu plus de quatre minutes. »



Cette éclipse nous invite à prendre une semaine de congés pour se rendre en Espagne. Madame Brigitte a constitué un impressionnant dossier concernant les prévisions météorologiques et les gîtes disponibles sur la ligne de totalité de l'événement. Elle a choisi comme point de chute un petit hameau proche de la localité d'Alcajar del Jucar, entre Valence et Albacete.

Nous la rejoignons après un agréable voyage de deux jours, traversant de splendides paysages, et profitant du beau temps pour piquer une tête dans la méditerranée.

Nous découvrons là quelques maisons posées au bord d'un magnifique canyon, balafant un plateau aride. Celle qu'occupe Brigitte et Didier est bien repérable, juste sous le château d'eau du village. C'est ici, à l'ombre de cet édifice, que les anciens se

retrouvent et pour discuter des choses de la vie, ce qui procure une certaine animation.

Les préparatifs

Cependant, le compte à rebours a déjà commencé. Nous mettons au point le programme du lendemain. J'en profite pour vérifier mon matériel photo et calculer vite fait sur un coin de table les paramètres du chapelet que je compte faire.

Nous débattons du lieu d'observation, tribunaire de la météo. Il s'avère que le temps est splendide depuis plusieurs jours mais que les brumes matinales mettent toujours un certain temps pour se dissiper. De plus, des nuages sont bien présents à quelques dizaines de kilomètres de là, vers l'est, sur Valence.

Brigitte a repéré quelques sites possibles, plus au centre des terres. Mais il s'avère que l'endroit où nous sommes est tout à fait correct, quoique n'étant pas exactement sur la ligne de centralité.

Nous avons absolument besoin de certitudes. Nous contactons Remy qui pour l'occasion, s'est proposé d'être notre « routier météo ». Rassurant, il nous confirme que nous sommes idéalement placés d'après les prévisions recueillies sur Internet. Cela ne nous empêchera pas de lui demander une confirmation à sept heures du matin, peu de temps avant l'événement. Merci Remy pour ce travail.

L'installation

Maintenant, le jour se lève ; il est grand temps d'installer le matériel. Nous nous postons sur une petite esplanade naturelle repérée la veille en bordure du hameau, d'un champ d'olivier et du précipice du canyon. Le temps s'annonce superbe et nous met du baume au cœur.

Brigeou monte son C8 équipé d'un filtre solaire pleine ouverture et d'un appareil photo. Elle prévoit de prendre des clichés au foyer de l'instrument à intervalles réguliers.

De mon côté, je privilégie le spectacle visuel. Pour une observation aisée de l'éclipse, j'utilise un solarscope maison, engin rustique et bien pratique qui a déjà quelques éclipses à son actif. La longue vue et l'ETX 90, tous deux couverts de filtres mylar, donneront des images plus dé-

taillées avec des grossissements respectifs de 20x et 100x. Enfin, mon appareil photo argentique est programmé pour immortaliser automatiquement le chapelet.

Le soleil vient de se lever, tout est enfin prêt à cinq minutes du premier contact.

Le solarscope

Cet engin permet de voir le soleil en toute simplicité et sécurité. Il est constitué d'un gros tube de carton. A une extrémité, un bouchon découpé laisse passer un des objectifs d'une petite paire de jumelle 10x25. Celle-ci est maintenue fermement par des entretoises. L'image se projette au fond du tube, sur une feuille de papier Canson blanc faisant office d'écran. Une large échancrure est découpée dans la base du cylindre pour permettre la vision de l'écran. Pour augmenter le contraste, l'intérieur du tube est peint en noir mat. L'ensemble se monte sur un petit pied photo.

C'est parti

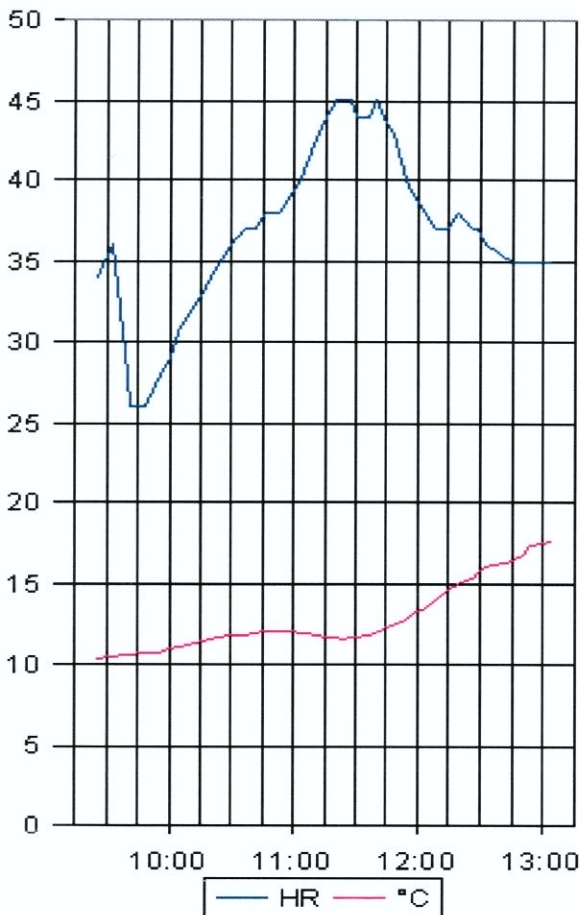
L'œil rivé à l'oculaire, nous égrenons le compte à rebours final. A l'instant T, le déclencheur de l'appareil photo est activé, la séquence automatique se lance et.... rien ne se passe.

Le premier contact est observé plus d'une minute et demie plus tard. Que s'est-il passé ? La précision des calculs astronomiques ne sont plus ce qui étaient ? Est-on rentré dans un vortex spacio-temporel ? Bien plus simplement, nos montres n'étaient pas à l'heure exacte. Voilà qui devrait nous servir de leçon à l'avenir.

Tant pis pour le parfait calage du chapelet sur les diapositives. Cela ne nous empêche pas de jouir pleinement du spectacle du soleil se faisant grignoter progressivement par la lune.

Pas un nuage ne vient perturber l'instant, le ciel est d'un bleu uniforme assez intense.

Régulièrement, nous relevons la température et l'hygrométrie ambiante. A peu de chose près, le soleil monte d'autant dans le ciel qu'il est éclipsé par la lune, ce qui produit une courbe de température assez plate aux alentours de 12°C. Toutefois, on note bien un minima de 11,6°C vers 11h20. Par ailleurs, la courbe d'hygrométrie relative trace de façon plus significative l'évolution du phénomène avec un maxima à 45% à partir de 1h20. Bizarrement, nous constatons un décalage



de vingt minutes entre la forme du graphique et le moment de la totalité qui a eu lieu de 10h59 à 11h02 (je vous fais grâce des secondes).

Au télescope, on distingue très bien le relief lunaire se découper sur le disque so

Histoire de croissants

Les feuillages des arbres laissent passer entre leurs feuilles des « trous » de lumière. Or il se trouve que ces trous, lorsque leur taille est suffisamment petite, ne projettent pas une tache de lumière dont la forme correspond à leurs silhouettes propres. Ils obligent les rayons de lumière à s'organiser en passant par un point commun. Dès lors, ils se comportent comme autant d'objets photographiques. Ils deviennent des « sténopés ». Ainsi, les taches de lumière projetées au sol sont des images fidèles du soleil. Celui-ci étant partiellement éclipsé, on voit une multitude de petits croissants lumineux.

laire. Petit à petit, la lumière blafarde caractéristique s'installe. Nous en profitons pour constater et photographier les croissants de soleil projetés au sol par l'ombre du feuillage des oliviers.

On approche doucement du deuxième contact. C'est à ce moment que je prends conscience des caractéristiques physiques de cette éclipse annulaire à 90%.

Cela veut tout simplement dire qu'il reste 10% de surface solaire visible, ce qui est énorme ! Par ce fait, le ciel ne s'assombrit pas franchement, la lumière reste blafarde mais jamais crépusculaire. Evidemment pas de planètes ni d'étoiles et surtout, le phénomène de totalité est invisible sans l'usage de lunettes et filtres. En fin de compte, nous ressentons l'ambiance générale d'une éclipse partielle de 90%.

La totalité

Mais c'est au télescope que le spectacle devient splendide. L'étroit croissant de lumière voit ses pointes encore s'affiner.

Puis, de plus en plus rapidement, elles encerclent le disque noir. A cet instant et à cet endroit précis, la silhouette du relief lunaire s'affirme d'avantage et provoque un chapelet de grains de Bailly, succession ra

pide de levers de soleil au fond de chaque vallée lunaire. Ces quelques secondes mériteraient une séquence vidéo pour mettre en évidence l'aspect esthétique et dynamique de ce phénomène.

Enfin, l'anneau est fermé (le retard de nos montres est bien confirmé). Il mettra deux minutes pour se centrer précisément.

L'image de ce cercle de feu est saisissante, splendide de perfection. Le choc viscéral et animal est bien présent. Dommage qu'on ne puisse quitter les lunettes pour s'imbiber totalement de cet instant magique. Toutefois, il apparaîtra après un examen attentif des clichés de Brigitte que, n'étant pas exactement posté sur la ligne de centralité, la concentricité de cette figure géométrique n'est pas tout à fait parfaite au moment de la totalité. Mais sur l'instant, nous ne l'avons pas constaté.

Puis, magie de toutes éclipses, le film se rembobine et dans une parfaite symétrie, nous avons le plaisir de revivre toutes ces séquences à l'envers.

Le troisième contact est tout aussi saisissant que le second. Comme une soucoupe de lait qu'on viderait et qui dévoilerait les bords du fond du récipient, l'anneau tout à coup se brise, les pointes se séparent tout aussi rapidement, accompagnées de leurs colliers de perles éclatantes qui là, sont autant de couchers de soleil lunaires.

Pour autant, l'intensité vécue de ces quatre minutes écoulées ne nous fait pas boudier la

fin du phénomène que nous avons méticuleusement suivi jusqu'au dernier contact, parachevant ainsi en beauté le spectacle.

Durant tout le temps, nous avons eu une pensée pour Pierre. Non loin de là, il avait choisi les alentours de Madrid pour réaliser ses observations et ses photos.

Conclusion

Pari réussi que cette éclipse 2005. Quelques petits détails techniques sont à peaufiner, mais cela restera une belle aventure et surtout, sera une solide répétition pour la suivante qui aura lieu en mars 2006.

Oui, une annulaire n'est pas une totale, loin s'en faut. Le résidu éblouissant ne permet pas de voir la couronne et les protubérances solaires. On ne peut ressentir l'ambiance lumineuse si particulière qui nous avait tant ébranlés lors de l'éclipse de 1999 (enfin, pour ceux qui étaient là où il fallait...). De plus, la météo parfaite et la sérénité des lieux n'ont pas contribué à distiller la quantité d'adrénaline nécessaire pour transformer l'être humain en bestiole au comportement parfois étrange pour un public non averti. L'émotion de l'instant est de ce fait moins intense, mais tout de même bien présente.

Mais au-delà de ces considérations, cela restera une belle page d'astronomie pratique.

Une semaine bien remplie

Au-delà de l'éclipse, ce voyage aura été l'occasion de passer de bons moments avec Brigeou et Didier.

Comme il se doit, nous avons fait honneur à la cuisine locale, rustique et de qualité. La rudesse du vin rouge nous a quelque peu surpris. Nous nous sommes donc rabattu sur un petit blanc bien frais tout à fait correct. Dans la plus pure tradition espagnole, nous nous rendons au restaurant vers deux heures de l'après-midi – heure encore bien matinale aux yeux de l'aubergiste – pour y déguster gaspacho, ragoût de lapin (ou de lièvre), poissons et légumes. Le soir, nous pique-niquons sur le lieu d'observation pendant que les instruments se mettent doucement à température.

Le ciel est de grande qualité, vénus éclate au couchant. Pour la première fois, j'y vois des détails de surface assez évidents. Même constat pour Uranus. La petite bille bleu turquoise montre une pâle nuance. L'observation du ciel profond est un régal et nous profitons pleinement d'un ciel un peu plus austral de dix degrés.

Ainsi par exemple, Hélix est bien visible au jumelles, remarquable et détaillée au télescope. J'ai le plaisir de titiller et d'apercevoir le quintet de Stephan. Les dentelles du Cygne sont spectaculaires et il n'y a aucune difficulté pour suivre les méandres filamenteux sur l'ensemble de cette belle structure. Un rapide croquis immortalise cette vision. Enfin, les soirées s'achèvent par une observation méticuleuse de Mars, mes plus belles observations à ce jour de cette planète avec du matériel amateur. Comme il se doit, le T 255 est une merveille et mes derniers petits bricolages s'avèrent bien utiles (collimateur laser, fixation du secondaire, ressort, ...).

Enfin, ce voyage nous a permis de découvrir la Mancha, pays qu'immortalisa Cervantès, avec ses moulins blancs et ses castillos perchés au sommet des collines. De plus, nous en avons profité pour visiter quelques musées nationaux prestigieux. Je pense que ce serait une très belle destination pour une sortie collective du club pour une semaine d'observation.

DES MAGNITUDIENS AU PAYS DES TORTILLAS

Par Brigitte Alix



Arrivés quelques jours avant la date fatidique du 03 octobre 2005 dans un petit coin d'Espagne béni des dieux de la météo, à H-1 du début de l'évènement, on se prépare à savourer le spectacle de cette éclipse annulaire tant annoncée. Serge et sa dame nous ayant rejoint 2 jours auparavant, nous nous installons au milieu des oliviers à la sortie du village de La Gila au bord d'un canyon, dans cette ambiance bien particulière que connaissent les astronomes partis chercher « le phénomène ». Le ciel est d'un bleu azur très pur, et seule une petite virgule blanche s'étale vers l'est, mais visiblement rien de bien méchant pour nos projets.

La veille, nous avons défini nos plans de bataille respectifs : observations et photos.

Situation géographique (relevé gps) et circonstances locales de l'éclipse :

Latitude : + 39° 12 Longitude : + 1° 22

Durée phase centrale : 4 '

Maxi. de l'éclipse : UT 9h 0m 41 s Obs 90.5 g 0.969 h 31 a 307°

Avec UT : Temps Universel – Obs : degré d'obscurité – g : grandeur de l'éclipse – h : hauteur du soleil – a : azimut

1^{er} contact : 7h 41m 27s 2^{ème} contact : 8h 58m 41s
3^{ème} contact : 9h 2m 41s 4^{ème} contact : 10h 27m 55s.

Soit 2h 46m 28s de spectacle en live.

DES MAGNITUDIENS AU PAYS DES TORTILLAS

Par Brigitte Alix



Circonstances du maximum de l'éclipse sur la ligne Valence Madrid :

La ligne de centralité est l'intersection de l'axe du cône d'ombre de l'éclipse avec la surface de l'ellipsoïde terrestre. La bande de centralité est la trace de la projection de l'ombre lunaire sur la surface de l'ellipsoïde terrestre.

Point de la ligne de centralité le plus proche de La Gila

Maximum de l'éclipse TU	Coordonnées de la ligne latitude	géographiques de centralité longitude	Durée phase centrale	Largeur de l'ombre (1)	Degré d'obscurité	Grandeur de l'éclipse	Hauteur apparente du soleil (2)	Azimut (3)
9 h 01 m	+ 39° 18,4'	+ 1° 2,6'	4 m 9,4s	181 km	90.5 %	0.976	31 °	307 °

- (1) : la largeur de l'ombre dans la direction perpendiculaire à son déplacement.
- (2) : la hauteur apparente du centre du Soleil (on ne tient pas compte de la réfraction atmosphérique).
- (3) : l'azimut apparent du centre du Soleil (il s'agit de l'azimut des astronomes et non celui des marins).

DES MAGNITUDIENS AU PAYS DES TORTILLAS

Par Brigitte Alix

Comme on peut le constater, à La Gila nous étions à 6° en latitude en dessous du point le plus proche de la ligne de centralité.

L'ellipsoïde (de révolution) terrestre se définit par son rayon équatorial (r_e) et son aplatissement α . Actuellement l'ellipsoïde de référence a pour éléments :

$$r_e = 6\,378,1363 \text{ m}$$

$$\alpha = 1/298,257$$

Ce qui entraîne pour le rayon polaire : $r_p = r_e - (r_e \alpha) = 6\,356,7516 \text{ m}$ (d'où une différence de 21,385 km entre le rayon équatorial et le rayon polaire).

Distance nous séparant de la ligne de centralité : $(2 r_p \pi/360) * (1/60) * 6 = 11,09 \text{ km}$.

Différence de temps au moment du maximum pour une distance à 11.09 km de la ligne de centralité : 9 secondes.

Prenant en compte que cette éclipse est annulaire, 9 secondes de moins pendant le maximum ne nous gênait pas outre mesure. Pour une éclipse totale, on aurait chipoté. 9 secondes de couronne solaire en plus, ça ne se refuse pas. De plus le site que nous avons choisi, au bord du canyon, près des oliviers, nous convenait tout à fait ; horizon bien dégagé, éloigné des maisons du village, pas de route à proximité, calme garanti.

Que le spectacle commence.

L'œil collé à l'oculaire pour les uns, lunettes d'éclipse sur le nez pour les autres, on scrute pour détecter le début du grignotage du soleil. Et tout à coup, ça y est. Elle arrive, la lune cannibale.

Mythes et légendes :

En chine, un astronome donna l'explication de l'éclipse de soleil. C'était une énorme truie qui mangeait le soleil, et il donna le remède. Cette truie, bien que très grosse, était très peureuse, et en particulier du bruit. Ainsi, lorsque débutait une éclipse, tout le monde sortait en criant, et tapant sur des objets métalliques. Et chaque fois, la truie se sauvait en laissant le soleil intact. La notoriété de cet homme fut grande.

Plusieurs siècles ont passé depuis cette croyance, et loin de faire un potin du diable pour faire fuir cette grosse truie, on se délecte du moment présent, attendant avec impatience le maximum. Petit à petit on y arrive.

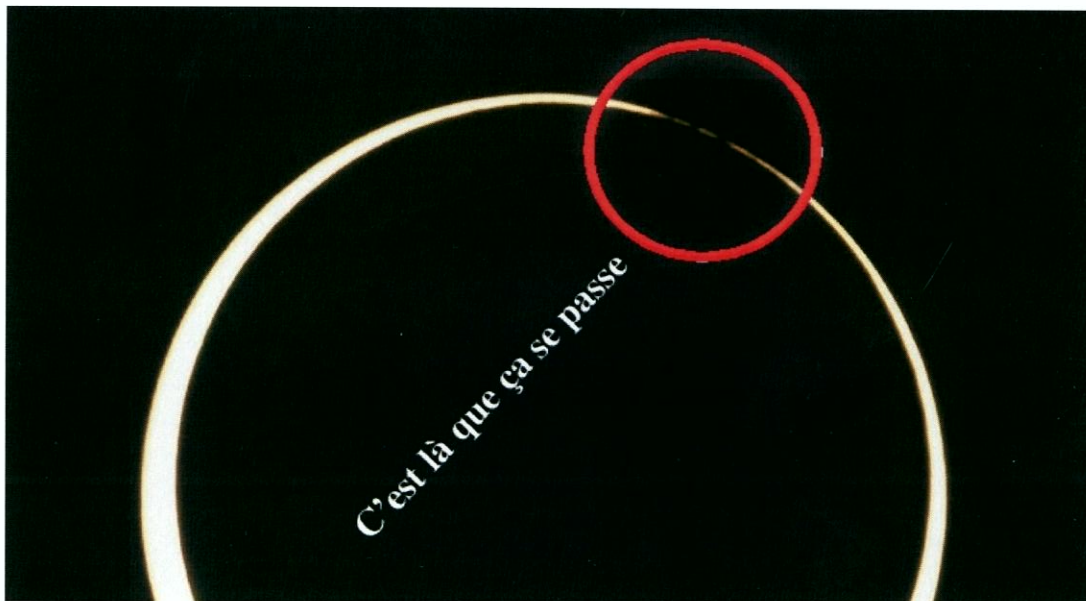
DES MAGNITUDIENS AU PAYS DES TORTILLAS

Par Brigitte Alix



Serge a installé un montage de sa fabrication pour regarder par projection.

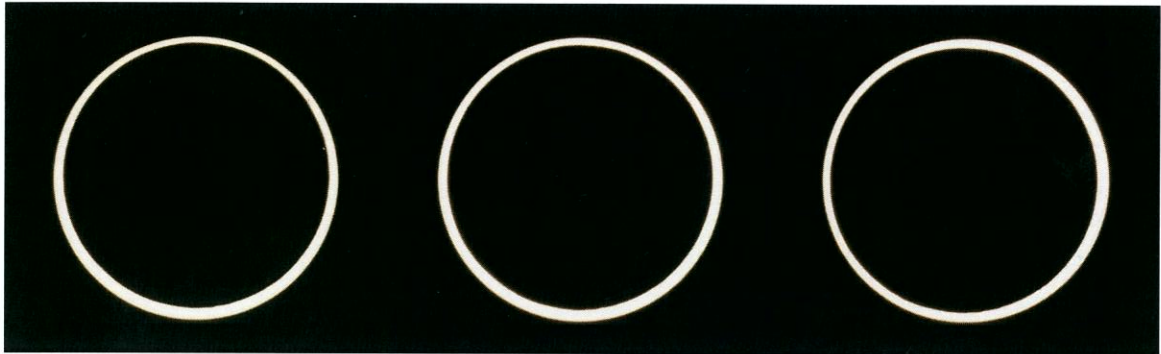
Le moment le plus beau est en train d'arriver. Ce fin croissant lumineux, petit à petit va devenir un cercle complet, mais pas parfait. Avec une régularité diabolique l'anneau se forme. On assiste alors à un véritable spectacle tout à fait étonnant. Les rayons du soleil passent entre les reliefs du limbe lunaire qui se découpent en ombre chinoise.



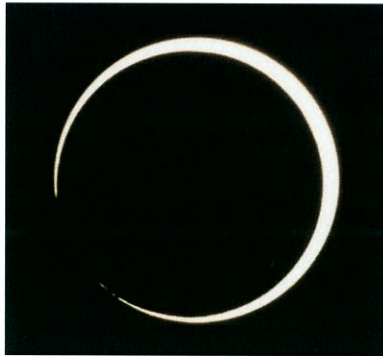
DES MAGNITUDIENS AU PAYS DES TORTILLAS

Par Brigitte Alix

Et c'est maintenant qu'on va pouvoir constater l'effet produit par le fait que nous soyons 6' plus bas en latitude par rapport à la ligne de centralité. Les centres soleil et lune ne se superposent pas.



4 minutes du 2^{ème} au 3^{ème} contact, pendant lesquelles on a le temps de voir la lune glisser sur le soleil. Puis de nouveau lors du 3^{ème} contact les éclairs de lumière époustouflant.



On a quand même eu le temps de se rendre compte que luminosité et chaleur avaient baissé pendant le maximum de l'éclipse. Certes ce n'est pas aussi contrasté que lors d'une éclipse totale, mais tout de même, c'est une curieuse impression d'avoir un ciel si bleu et tout cet environnement un peu blafard.



Avant le maximum

Pendant le maximum

Doucement chacun poursuit sa course dans ce ciel bleu azur, et nous prenons quelques minutes pour aller observer ce qui se passe sous les oliviers.

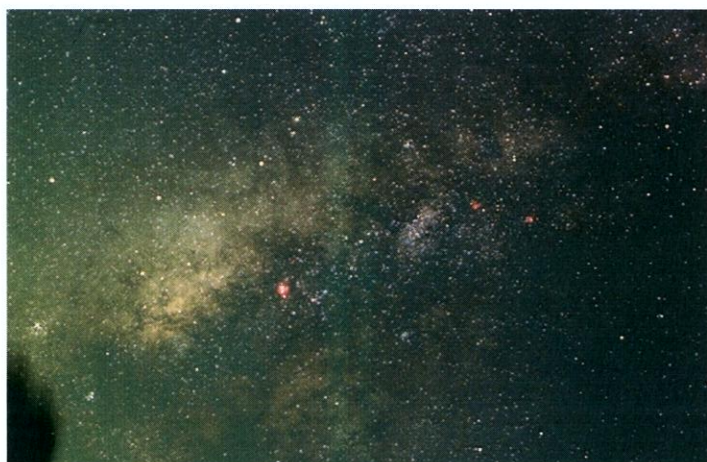
DES MAGNITUDIENS AU PAYS DES TORTILLAS

Par Brigitte Alix



Croissants de soleil

Bien décidés à ne pas en rester sur ce bon moment, après avoir satisfaits nos estomacs de gaspachos, légumes frits et autres sèches grillées au feu de bois, nous nous octroyons 2 belles nuits d'observation. Les strocks ont fumé. Quel ciel !!



Voie lactée – Sagittaire –
10 mn de pose en parallèle sur C8 sur
pellicule Fuji 200 Asa – Obj. 50 mm
ouvert à 5.6

L'idée que la vie puisse naître du néant (la fameuse « génération spontanée ») a traversé les siècles jusqu'après la renaissance. Dès l'antiquité on a pensé que les grenouilles pouvaient naître de la boue (Aristote). Ce n'est qu'au XVII^{ème} siècle que cette théorie a commencé à être remise en cause. C'est Louis Pasteur qui lui donna définitivement le coup de grâce en 1862 en montrant que le développement d'organismes dans un milieu stérile est uniquement dû à une contamination par des microbes contenu dans l'air ambiant.

Au XIX^{ème} siècle, nombreux étaient les scientifiques qui pensaient que la matière organique (autrement dit la matière constituant le vivant) ne pouvait être issue de la matière minérale sans l'intervention d'une force vitale (c'est ce qu'on appelait alors le « vitalisme »). Cette théorie fut mise à mal en 1828 lorsqu'un chimiste allemand synthétisa de l'urée à partir de cyanate d'argent. Cette réussite fut cependant longtemps ignorée car l'urée n'était alors considérée que comme un déchet de l'organisme. Il fallut attendre la synthèse totale de l'acide acétique (l'acide du vinaigre) en 1845 pour que le vitalisme disparaisse complètement.

A partir de ce moment là se reposait la question des origines de la vie. Comment la matière organique avait-elle pu apparaître sur Terre ? On avait maintenant la preuve qu'elle pouvait être issue du monde minéral, mais par quel moyen ? Darwin avait bien énoncé la théorie de l'évolution biologique des espèces, mais aucune théorie nouvelle ne permettait d'envisager l'apparition de la vie elle-même. En 1865, l'allemand Hermann Richter estimait que l'on faisait peut-être fausse route en cherchant les origines de la vie sur notre planète. La théorie de la panspermie était née. Selon lui, la vie pourrait venir des profondeurs de l'espace, et la Terre aurait très bien pu être « contaminée » par des particules enfouies au cœur des météorites. Pasteur lui-même cher

chera (en vain) des micro-organismes dans les météorites. Mais aussi séduisante soit-elle, la panspermie ne fait cependant que repousser le mystère des origines de la vie, en le déplaçant de la Terre à l'espace. Le mystère des origines de la vie était encore entier.

C'est au biochimiste soviétique Aleksandr Oparin que l'on doit une nouvelle théorie : l'évolution biologique aurait été précédée par une évolution chimique !!! Il supposa alors que l'atmosphère primitive terrestre devait être bien différente de notre atmosphère actuelle. Dépourvue d'oxygène, elle était par contre riche en méthane et ammoniac. Dans cette atmosphère, des molécules comme l'acide cyanhydrique ou le formaldéhyde peuvent se former. Ces composés se dissolvent ensuite dans les océans, mers et lacs, avant de se combiner pour donner naissance à des molécules d'intérêt biologique, comme les acides aminés (composants des protéines*), les sucres et les bases azotées (composants des acides nucléiques : ADN et ARN). Pour décrire les processus et les molécules aboutissant à l'émergence du vivant, Oparin invente le terme prébiotique. Il ne restait plus qu'à vérifier expérimentalement l'hypothèse d'Oparin.

L'expérience de Miller

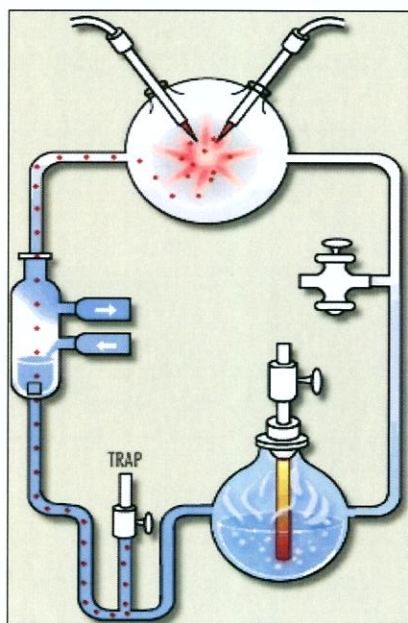
L'environnement terrestre étant devenu très différent de ce qu'il avait été, il n'était plus possible d'observer sur Terre cette évolution chimique. Les molécules qui se formeraient aujourd'hui par des processus prébiotiques seraient immédiatement détruites par l'oxygène atmosphérique ou consommées par des êtres vivants.

En 1953 Stanley Miller tente de simuler la synthèse de molécules organiques dans un environnement rappelant celui de la Terre primitive. Le chimiste fabrique donc une atmosphère réductrice similaire à celle supposée de l'atmosphère primitive en mélangeant dans un ballon de l'hydrogène, du méthane, de

L'EXPERIENCE DE MILLER

Par Jean-François Leborgne

l'ammoniac et de la vapeur d'eau. A la place des lacs Miller verse au fond de son ballon une petite quantité d'eau qu'il chauffe (la Terre primitive étant considérée comme un environnement chaud). Pour finir, il soumet son modèle à des décharges électriques censées simuler les éclairs.



Le montage utilisé par Miller en 1953

Après plusieurs jours, Miller constate qu'un matériau sombre s'est déposé sur les parois du ballon. L'analyse de celui-ci montre que celui-ci est constitué de nombreux composés organiques, en particulier du formaldéhyde (le formol) et de l'acide cyanhydrique : deux molécules qui jouent des rôles clés dans la synthèse de molécules organiques d'intérêt biologique, ainsi qu'une petite quantité d'acides aminés (4 en tout), en majorité de la glycine. Grâce à une expérience très simple, Stanley Miller venait de prouver que la synthèse des briques du vivant était possible à partir d'un mélange chimique très simple.

Après la publication des résultats dans la revue *Science*, l'expérience de Miller a été refaite des centaines de fois par de nombreux laboratoires, dans de nombreuses variantes.

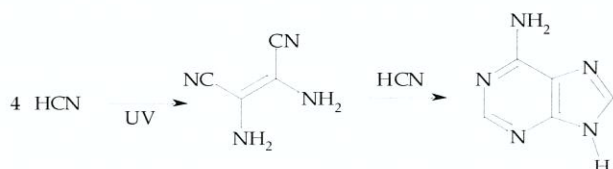
Les chimistes ont testé des cocktails de différents composés gazeux (vapeur d'eau, monoxyde et dioxyde de carbone, ammoniac, sulfure d'hydrogène, acide cyanhydrique, hydrogène, etc...), ainsi que différentes sources d'énergies (décharges électriques, chocs thermiques, rayonnement UV, X ou gamma, ondes de choc). Sur la Terre primitive, les deux principales sources d'énergie devaient être les éclairs et le rayonnement ultraviolet solaire (ceci reste cependant à démontrer).



Cependant les chimistes se sont très vite aperçus que la synthèse de composés organiques selon le modèle de Miller ne présente pas que des avantages. Il se produit en effet de très nombreuses réactions chimiques parasites dans les ballons. Certaines de ces réactions consomment des molécules importantes. L'eau peut également provoquer des réactions d'hydrolyse* et ainsi détruire certains réactifs de départ ou produits d'arrivée. Enfin, la dispersion des composés dans un milieu aqueux ne favorise pas le rapprochement des molécules, et limite donc le nombre de réactions chimiques pouvant avoir lieu. Ces expériences ont également montré que l'atmosphère la plus propice à la synthèse de composés organiques est une atmosphère réductrice, composée de méthane, d'azote et de vapeur d'eau, avec un soupçon d'hydrogène. Dans ces

conditions, il est possible de former la quasi-totalité des acides aminés rentrant dans la composition des protéines ainsi que les bases puriques et pyrimidiques des acides nucléiques (ADN et ARN*).

Ainsi des expériences ont ainsi montré que dans un mélange gazeux, similaire à celui de Miller et irradié pendant 24 heures, 95% du méthane de départ est converti en composés organiques connus sous le nom de nitriles*. En combinant ces nitriles avec de l'eau on obtient quelques 10 acides aminés. De plus en bombardant le mélange de particules hautement énergétiques, les interactions qui se déclenchent dans le mélange gazeux produisent de l'adénine en grande quantité. Cette molécule simple est très importante : c'est une base purique que l'on retrouve dans l'ADN !!! Et ce processus aléatoire a permis l'apparition de l'adénine qui résulte de la pentamérisation* du plus simple nitrile, l'acide cyanhydrique HCN. Il est de plus amusant de penser que l'acide cyanhydrique est en partie à l'origine des bases azotées de l'ADN quand on sait que c'est un véritable poison (il a une très agréable odeur d'amande, mais c'est en fait la version acide du cyanure).

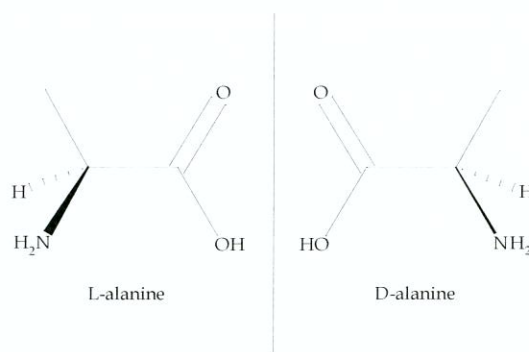


La synthèse de l'adénine à partir de 5 molécules d'acide cyanhydrique

A l'inverse d'autres expériences ont montré qu'une atmosphère oxydée, riche en dioxyde de carbone, n'est guère favorable à des synthèses prébiotiques. Pendant longtemps les chercheurs ont supposé que l'atmosphère primitive de la Terre était plutôt réductrice (comme sur Jupiter et dans l'expérience de

Miller). Puis des études ont affirmé le contraire et qu'elle devait plutôt être oxydée (comme sur Vénus ou Mars). Cependant, des études récentes datant de début 2005 semblent à nouveau montrer que l'hydrogène était présent en bien plus grande quantité que prévu et pendant bien plus longtemps que ce que les scientifiques pensaient. Bref, l'atmosphère réductrice semble à nouveau avoir la côte auprès de ces derniers et les expériences de Miller également.

Mais l'un des plus gros problèmes de l'expérience de Miller est de synthétiser des acides aminés sans tenir compte de la chiralité de ces derniers. Qu'est-ce que la chiralité ? C'est le fait pour un objet de ne pas pouvoir se superposer à son image dans un miroir. Ainsi la main droite et la main gauche sont image l'une de l'autre mais ne sont pas superposables. Elles sont chirales. Pour les molécules, le même phénomène peut se produire. Certaines d'entre elles ne sont pas superposables à leur image. Il en est ainsi des acides aminés (sauf pour la glycine). Une molécule chirale a aussi la propriété de faire tourner le plan de polarisation de la lumière vers la gauche (elle est alors lévogyre = L) ou vers la droite (elle est alors dextrogyre = D). Un mélange en quantité égale d'une molécule chirale et de son image est dit racémique et ne fait pas tourner le plan de polarisation de la lumière.



La L-alanine et la D-alanine sont images l'une de l'autre mais ne sont pas superposables.

Et c'est ce qui se passe dans l'expérience de Miller. Il est obtenu un mélange racémique des différents acides aminés. Or tous les acides aminés naturels composants les protéines sont lévogyres. On ne trouve pas trace dans la nature d'acides aminés dextrogyres. Où sont-ils donc passés ? Il en va de même pour les sucres (obtenus par polymérisation* du formaldéhyde). Dans la nature ils sont tous dextrogyres, et obtenus dans les deux formes avec l'expérience de Miller. Le plus curieux est que les acides aminés retrouvés à l'intérieur des météorites sont également lévogyres (ceci est un argument fort en faveur de la panspermie). Qu'est-ce qui a fait qu'une forme a pris le dessus sur l'autre ? Les acides aminés D ont-ils disparus ou bien n'ont-ils jamais été fabriqués ? Quelques éléments de réponses ont été publiés, mais ceci est une autre histoire.

L'expérience de Miller a été révolutionnaire à son époque. Elle montrait (et montre toujours) de manière significative que les briques du vivant peuvent être fabriquées à partir d'éléments très simples. Elle a permis le commencement de nombreuses recherches sur le sujet et a rouvert le débat. Un peu plus de 50 ans plus tard, l'expérience de Miller fait toujours référence, même si d'autres pistes ont été exploitées (importance des argiles ou encore des sources chaudes sous-marines...).

Petit lexique :

- **Hydrolyse :** Réaction chimique faisant intervenir une ou plusieurs molécules d'eau comme réactif principal. L'eau peut ainsi transformer une molécule organique (l'hydrolyse d'un nitrile donne un acide) ou même casser irrémédiablement une molécule organique.
- **Pentamérisation :** Réaction chimique mettant en jeu 5 fois les mêmes molécules qui réagissent sur elles-mêmes (dans notre exemple, 5 molécules d'acide cyanhydrique réagissent ensemble pour donner de l'adénine).
- **Polymérisation :** Réaction chimique mettant en jeu x fois les mêmes molécules qui réagissent sur elles-mêmes : la polymérisation de 5 molécules de formaldéhyde donne du ribose (le ribose associé à une base azotée telle que l'adénine est l'un des constituants des acides nucléiques comme l'ADN = Acide Désoxy**ribo**Nucléique ou l'ARN = Acide **Ribo**Nucléique). La polymérisation de 6 molécules de formaldéhyde donne du glucose. Les réactions de polymérisation sont aussi à l'origine de l'industrie plastique (le polystyrène est obtenu par polymérisation du styrène).
- **Protéine :** Une protéine, aussi appelée protide est un assemblage (ou séquence) d'acides aminés. On parle de protéine lorsque plus de 100 acides aminés sont liés au sein d'une même chaîne. En dessous de cette limite arbitraire on parle de peptide.
- **Nitriles :** Composés organiques dérivés de la famille des acides organiques (dits carboxyliques comme l'acide acétique) possédant un groupe fonctionnel -CN (un atome de carbone triplement lié à un atome d'azote). L'acide acétique ($\text{CH}_3\text{-COOH}$) est l'acide correspondant à l'acétonitrile ($\text{CH}_3\text{-CN}$).

Les lois de la mécanique planétaire m'ont permis de profiter pleinement de cette opposition martienne. La planète, située dans la constellation du Bélier, est bien haute dans le ciel sous nos latitudes boréales. Son diamètre apparent, bien que n'égalant pas celui du record historique de 2003, atteint tout de même la taille respectable de vingt secondes d'arc au maximum de l'opposition. Ces deux conditions réunies font de 2005 un excellent cru qui ne se reproduira que dans quatorze ans. Autant dire qu'il ne faut pas boudier son plaisir, sortir les télescopes et s'exploser la rétine dans ce délicat exercice qu'est la haute résolution planétaire.

Pour profiter pleinement de cet événement, je fais l'acquisition d'un oculaire Bader de 5 mm et 68 ° de champ, d'un excellent rapport qualité prix. Il me permet d'atteindre un grossissement respectable de 500 x, soit deux fois le diamètre de l'instrument. J'utilise systématiquement un filtre orange n°21 qui améliore sensiblement les contrastes entre les diverses zones.

Il faut attendre que la planète atteigne une hauteur sous l'horizon assez notable. Une collimation aux petits oignons et une bonne mise en température de l'instrument sont les deux conditions sine qua non trop souvent négligées pour une bonne observation à haute résolution. Le fameux T250 va montrer tout le potentiel offert par son miroir.

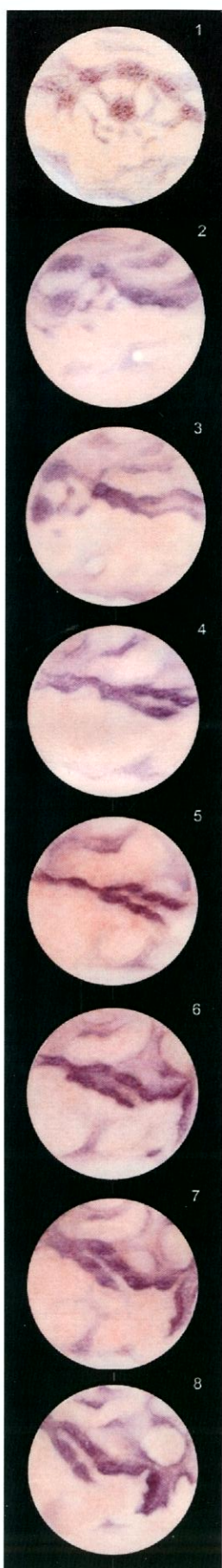
En planétaire, il faut bien avoir conscience que la pollution lumineuse urbaine n'est en aucun cas une gêne, bien au contraire. Brisons les tabous ! En effet, le fait d'avoir l'œil ébloui par des éclairages ambiants ou directs, excite nos bâtonnets et permet une bonne vision des couleurs. Cette remarque est valable aussi pour percevoir les délicates couleurs de certaines nébuleuses. De plus, notre iris se diaphragme notablement et ainsi, notre œil travaille dans de meilleures conditions, l'image observée gagne

sensiblement en netteté. Pour remplir cette précieuse condition, j'ôte toutes les protections de ma lampe, filtre rouge et abat-jour. Je prends grand soin de m'installer bien face à un lampadaire public. Ainsi, je peux m'éblouir à souhait avant chaque coup d'œil à l'oculaire.

Mes premières observations en septembre sur le disque orangé sont décevantes. La planète est encore bien petite et ne présente qu'une surface très faiblement contrastée. Seule la brillante calotte polaire sud tranche sur le fond rosâtre mollement nuancé. Il faut dire que les premiers rendez-vous planétaires se produisent toujours en fin de nuit et que ce n'est pas forcément la période que j'affectionne pour sortir observer...

Ce n'est qu'au début d'octobre qu'enfin, à l'occasion du voyage en Espagne pour l'éclipse de soleil, je découvre véritablement la planète.

A cette date et cette heure, le Solis Lacus (SL) est la formation visible du moment. Ce gros œil noir est cerné en partie supérieure (vers le sud) d'un épais « sourcil » présentant des boursouflures régulièrement espacées, Chrysokeras (Ch). La partie inférieure est délimitée par une suite de faibles taches et traînées dont certaines représentent la fin du grand canyon martien, Valles Marineris (VM).



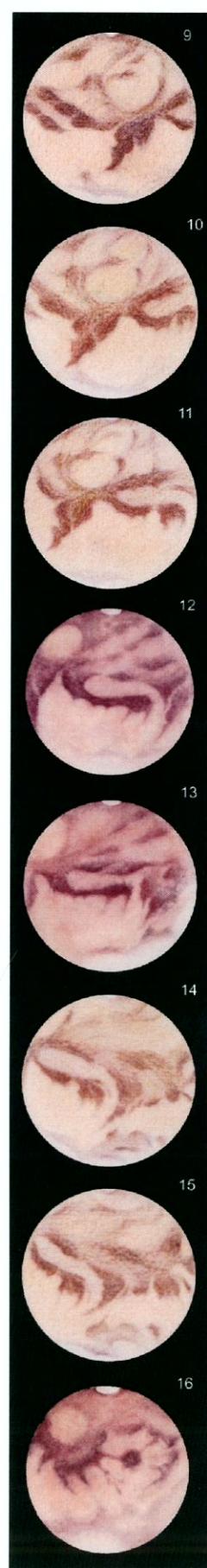
Un formidable trou de turbulence m'a permis pendant quelques trop courtes secondes de plonger au cœur de ces fins détails. Ce sont ces instants magiques qui me font tant apprécier ce type d'observation. Je reviens de ce voyage avec mes premiers croquis (16).

Tout de suite, une remarque s'impose : ce merveilleux télescope m'offre les plus belles images de Mars que j'ai eu l'occasion de voir. Jamais la surface planétaire ne m'a parue aussi détaillée - sauf sur le T600 à Saint Vérant mais c'est une autre histoire... La perception des couleurs change aussi. Pour la première fois, le disque planétaire me paraît franchement rosâtre, et non jaune orangé comme auparavant. Le diamètre et la qualité optique font la différence et creuse l'écart avec la pourtant bien belle lunette apochromatique du club.

La série de dessins suivante (12 et 13) est faite quelques jours plus tard, à l'occasion de la « fête de la science » à Magny. La planète se rapproche de la Terre, son diamètre apparent augmente sensiblement, les contrastes s'affirment d'avantage. Ce sont maintenant les Sinus Sabaeus et Meridiani qui trônent au méridien. De très fins détails apparaissent sur cette spectaculaire structure en forme de pipe. J'ai une petite pensée pour le Rover Opportunity qui roule gaillardement dans ces contrées.

Par la suite, pour ne rater aucune occasion d'observation, je laisse mon télescope monté à demeure dans mon garage. Dès qu'une opportunité se présente, je m'installe en deux minutes devant la maison. Ainsi, au grès des jours, les heures passées derrière l'oculaire s'accumulent et mon carnet de croquis grossit en conséquence. Je note la diminution et la quasi-disparition de la calotte polaire sud tandis qu'une grande couverture nuageuse s'installe à demeure au nord. Souvent, je remarque des brumes crépusculaires sur le limbe du levant ou du couchant (13 ou 14).

Je note des structures très ténues comme Elysium (El) (5, 6, 7) ou la zone de Tharsis (Th) (1), je distingue des finesses, des détails dans les détails, comme par exemple le grand bassin d'Hellas (Hl) (9, 10, 11).



Un soir clément, je reste plus de cinq heures à l'oculaire et fais ma plus longue série de dessin d'affilé (4 à 8). Je regarde défiler au fil des heures Mare Sirenum (MS) et les deux bandes obliques des Mare Cimmerium (MC) et Tyrrhenum (MT) et vois doucement se lever Syrtis Major (SM).

Un autre jour, les conditions d'observation sont très favorables et je me souviendrais longtemps d'un beau trou de turbulence sur Sinus Meridiani (SM) et le cratère Schiaparelli (Sc) bien rond (14 et 15). Il faudrait passer plus de temps pour noter tous autres les détails visibles à ce moment.

Le grand choc est ma première observation d'Olympus Mons (OM), le volcan géant du système solaire. Un nuage ou une couverture de givre le coiffe et le mettent en évidence (2 et 3).

J'attends avec impatience le plus beau portrait de la planète, celui qui figure sur les posters, avec la grande et sombre Syrtis Major (SM) - qui rappelle un peu l'Afrique - surmontée du bassin d'Hellas et partant sur le coté, le Sinus Sabaeus (10, 11, 12). Ce sera ma dernière série de croquis.

A la fin du compte, je me retrouve avec une vingtaine de dessins exécutés aux crayons de couleurs. Pour avoir un autre rendu, j'en reproduis une dizaine en utilisant la technique de l'aquarelle.

Enfin, pour finaliser ce travail, je réalise deux planisphères complètes, synthèse de l'opposition 2005. Tous les dessins sont scannés et séparés en autant de fichiers rouge, vert, bleu (RVB). Chacun reçoit un traitement numérique de cartographie avec le logiciel IRIS bien connu des astrophotographes. Il s'agit de transformer le dessin initial, qui est une projection sphérique, en une image obtenue par projection cylindrique. Ensuite, il faut recombinaison

LEGENDE DES DESSINS

Les deux chapelets montrent une rotation complète de la planète. Les croquis ne sont pas dans l'ordre chronologique de leur réalisation. Pour les mettre dans cet ordre, il n'y a qu'à apprécier la diminution de la calotte polaire sud ou se référer à la liste suivante : 16, 12 et 13, 4 à 8, 14 et 15, 2 et 3, 1, 8 à 10.

Planisphère réalisé à partir des dessins à l'aquarelle

Planisphère légendé réalisé à partir des dessins originaux aux crayons de couleur.

VM : Valles Marineris

SL : Solis Lacus

Th : plaine de Tharsis

OM : Olympus Mons

MS : Mare Sirenum

MC : Mare Cimmerium

MT : Mare Tyrrhenum

El : Elysium

Sm : Syrtis Minor

SM : Syrtis Major

HL : Hellas

sS : Sinus Sabaeus

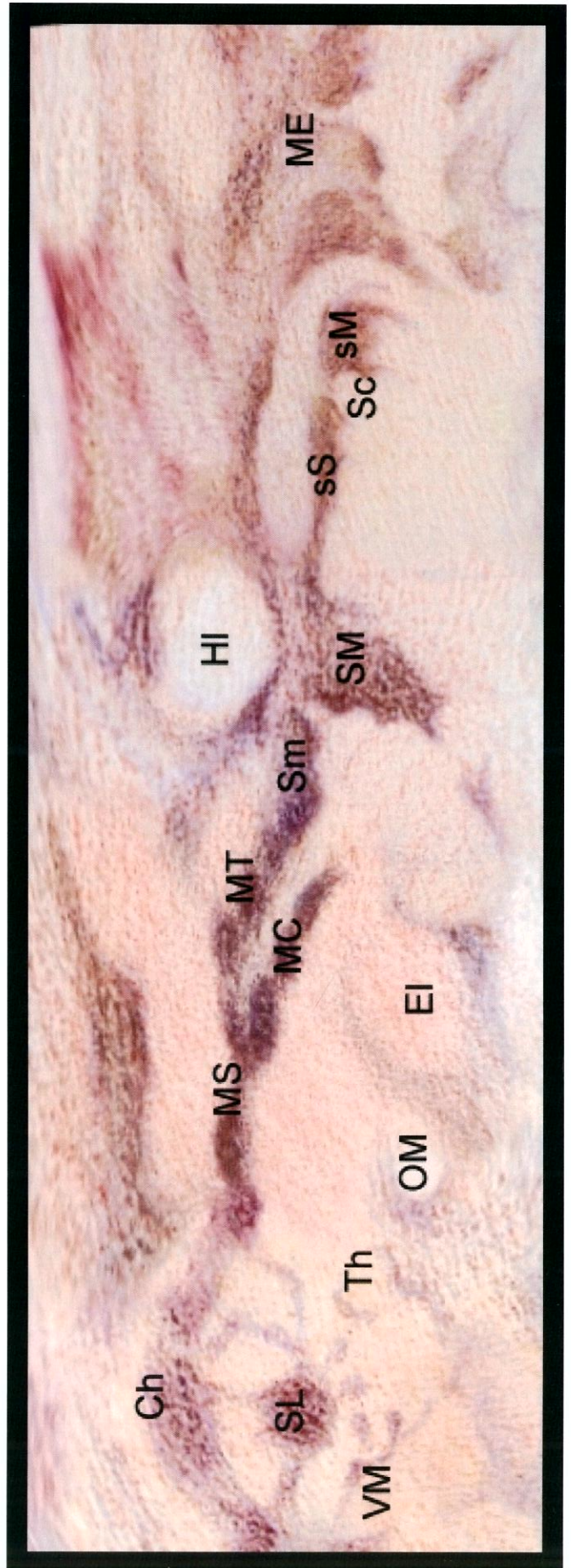
Sc : cratère Schiaparelli

sM : Sinus Meridiani

ME : Mare Erytheraeum

des composantes RVB pour obtenir un résultat en couleur. Enfin, les dessins sont assemblés précisément les uns aux autres pour couvrir le maximum de la surface planétaire. Seules les zones les mieux reproduites sont conservées dans ce beau puzzle. Il ne reste plus qu'à uniformiser les teintes et les nuances de chaque dessin pour avoir un ensemble homogène.

Cette année, j'ai le plaisir d'avoir couvert la totalité de la surface visible et de vous présenter ce travail.



C'EST MAINTENANT QU'IL FAUT OBSERVER SATURNE !

Par Pierre Strock

Quelque soit votre instrument, vous apprécierez d'y observer Saturne tel une belle émeraude brillante et colorée. C'est aussi un des rares objets du ciel dont on peut apprécier le relief. La planète était en opposition le 27 janvier. Son globe fait 20 secondes d'angle et les anneaux 45 secondes de long. Les nombreux satellites de Saturne l'encadrent et la parent comme des brillants disposés autour d'une émeraude.

L'inclinaison des anneaux varie en fonction de la position de Saturne et de la Terre sur leurs orbites. L'inclinaison était maximale à 25° début 2003. Elle sera nulle en 2009. On verra alors les anneaux par la tranche. Le cycle total dure 29,5 ans. En ce moment nous voyons la face sud des anneaux.

Du fait de la position de la Terre sur son orbite l'angle des anneaux varie tous les six mois en plus du cycle de 29,5 ans. Ainsi l'inclinaison augment jusqu'en mars pour atteindre 20° . À ce moment on verra l'ombre des anneaux sur la planète par l'intérieur des anneaux. L'inclinaison diminue ensuite jusqu'en novembre pour atteindre 12° . On verra alors l'ombre par l'extérieur des anneaux.



L'atmosphère de Saturne donne au limbe un aspect flou et sombre aux couleurs indistinctes. Tandis que le centre du disque planétaire est net, brillant et coloré. Les anneaux présentent une image aux bords nets et contrastés comme du papier découpé au rasoir. La juxtaposition des deux permet au cerveau de comprendre l'image en relief: Comme une boule dans un anneaux de papier. L'ombre de la planète projetée sur les anneaux augmente au fur et à mesure que l'on s'éloigne de l'opposition et permet de mieux apprécier le relief. L'ombre des anneaux sur la planète, surtout lorsqu'elle est visible à l'extérieur des anneaux, contribue aussi à l'impression de relief.

Nous avons ces conditions idéales jusqu'en fin 2005. J'ai un souvenir très net de cette sensation de relief. Elle a partiellement disparu quelques jours avant l'opposition!

C'EST MAINTENANT QU'IL FAUT OBSERVER SATURNE !

Par Pierre Strock

Les anneaux les plus visibles sont nommés A, B et C. A est à l'extérieur, C à l'intérieur. Entre A et B se trouve la division de Cassini. Sa visibilité est un excellent test de la stabilité atmosphérique.

Lorsque les anneaux sont bien inclinés et que l'atmosphère est bien stable on peut suivre la division tout autour de la planète.

L'anneau B est distinctement plus brillant au bord de la division de Cassini. Il est plus sombre et plus orangé vers l'intérieur. De très bons observateurs amateurs ont même découvert des variations de brillance et des irisations apparaissant et disparaissant à différentes longitudes dans les anneaux. Ces observations n'ont pu être analysées qu'avec les sondes spatiales.

À l'intérieur de l'anneau B, se trouve un anneau particulier: Le C, dit anneau de crêpe car il est translucide comme le tissu du même nom. De couleur brune, il se distingue comme un voile flou entre B et la planète. On arrive à deviner sa présence sur le disque planétaire lorsque l'ombre des anneaux est à l'extérieur.

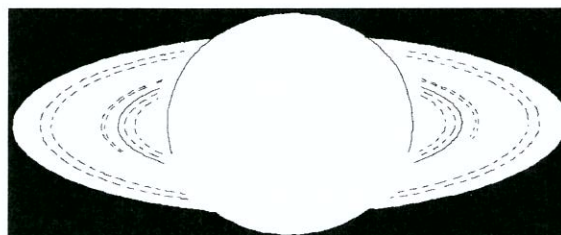
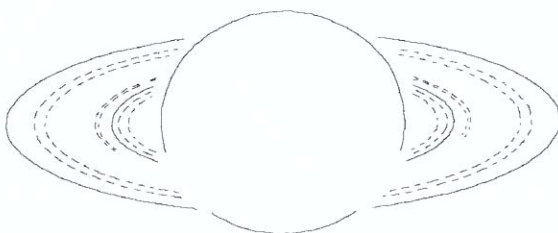
Avec un instrument de 200 à 250 mm de diamètre on a parfois l'impression de distinguer une fine bande sombre en bordure extérieure de l'anneau A: La division de Encke. Mais il doit s'agir d'un artefact de diffraction. Il faut un instrument de plus de 300 mm et une stabilité exceptionnelle pour réellement voir Encke.

Sur la planète, on observe des bandes et des zones comme sur Jupiter mais bien moins contrastées et sans détails. La zone équatoriale, de couleur vert pomme en ce moment, est séparée de la zone tropicale sud par une ceinture brune large. La zone tropicale, plutôt crème ou rosée est séparée de la région polaire, plutôt brun vert, par une bande peu visible à la coloration indéfinissable.

On peut avec un 250 mm, une bonne atmosphère et de la chance de voir apparaître des taches qui sont des sortes d'éruptions. Leur fréquence augmente périodiquement: le prochain maximum est prévues autour de 2020 lorsque ce sera de nouveau l'été dans l'hémisphère nord de Saturne! Si on découvre une tache, il faut se souvenir que l'équateur de Saturne tourne en 10h14min pour prédire son retour les nuits suivantes.

Certains conseillent le filtre jaune pour limiter la diffusion atmosphérique de Saturne et mieux cerner le limbe, tandis que le vert léger augmente le contraste des zones et ceintures.

Au printemps, Saturne sera bien trop basse pour de bonnes observations. Cet été on ne la verra pas. Il faudra attendre novembre pour la revoir. Donc c'est maintenant qu'il faut y aller: À vos instruments!



Photocopiez ces dessins à l'échelle un, voir en les réduisant un peu, pour commencer à dessiner Saturne. Des masques plus grands me semblent assez difficiles à utiliser.

LE SUDOKU DE L'ASTRONOME

Par Pierre Strock

Une grille de sudoku se compose de neuf régions carrées constituées chacune de trois fois trois cases. Le but du jeu est de compléter la grille de façon que chaque ligne, chaque colonne et chaque région contiennent tous les chiffres de 1 à 9 une seule fois.

Ce jeu ne nécessite aucune culture mathématique, seulement de la logique. Pour preuve, on peut remplacer les chiffres par des lettres ou des symboles. Ainsi je vous propose de jouer au sudoku tout en faisant travailler votre mémoire visuelle des symboles des planètes. La grille proposée est classée dans les faciles...

	♃		♂			♀	☾	♀
♀				♀	☾			♁
	♃							☉
♁			♃					
			♀			☾	♀	
♄								
			♄		☉			♀
			☾		♃	♂		
♃	♂							

N.B.: Pluton et la Terre ne sont pas utilisées dans la grille
Rappel des symboles planétaires plus ou moins anciens.

Soleil	☉	Mercure	♀	Vénus	♀
Lune	☾	Mars	♂	Jupiter	♃
Saturne	♄	Uranus	♁	Neptune	♃
Pluton	♇	Terre	♁	?	🐭

Solution du dernier jeu: Il n'y en a pas ! Mais ne comptez pas que la solution de celui-ci sera exprimée simplement...