



Max Karl Ernst Ludwig Planck

L'éclipse Annulaire du 3 Octobre 2005

Les Galaxies

Métaux et Alliages



Eclipse dans le Ténéré

La Vie Extra-Terrestre

Bulletin N°61 - Mai 2006

SOCIETE ASTRONOMIQUE DE LYON

BULLETIN N° 61 - Mai 2006

SOMMAIRE

	Page
Naissance d'une Passion	3
Les Galaxies	4
Eclipse Annulaire du 3 Octobre 2005 en Espagne	12
La Vie Extra-Terrestre	14
Métaux, Alliages et Autres Composants	18
Max Karl Ernst Ludwig Planck	19
Eclipse Totale du 29 Mars 2006 au Niger	24
Le Mot du Secrétaire	27

En couverture, le Groupe Niger près à observer l'éclipse du 29 mars

Merci à : Juliette BREMOND, Florence CLEMENT, Claude FERRAND, Dominique LIVET, Daniel SONDAZ, pour leur contribution.

SOCIETE ASTRONOMIQUE DE LYON

A succédé en 1931 à la Société Astronomique du Rhône, fondée en 1906.

Siège Social : Observatoire, avenue Charles André, F 69230 Saint Genis-Laval.

Tel. 06 74 42 26 29 e-mail : Sal@astrosurf.com Internet : <http://astrosurf.com/sal>

Trésorerie : C.C.P. Lyon 1822-69 S

Cotisation 2005/2006 : 35 €

Scolaire : 25 €

Famille : 50 €

Conférences : 5 €, gratuites pour les cotisants, et les habitants de Saint Genis-Laval

Réunions : Le vendredi, accueil de 21H à 21H30.

: Observations. Bibliothèque, prêt de livres et de vidéos.
Discussions et activités.

Bulletin : Destiné aux adhérents. Les articles que vous désirez faire paraître dans le bulletin sont à envoyer au siège de la Société ou par e-mail Sal@astrosurf.com.

ISSN 1258-5378

Naissance d'une Passion

Fiction : Une nuit particulière. Par Claude FERRAND

La voiture roule à vive allure malgré l'orage qui inonde la route. Je suis comme dans un cocon, bien au chaud, au sec. Dehors c'est les monts du Forez, l'humidité glacée, le vent et la nuit. La musique techno martèle mon cerveau empêchant tout assoupissement. Malgré le déluge, la visibilité est bonne, les phares de l'auto illuminent parfaitement la chaussée. C'est la D498 qui me ramènera à Saint Etienne. Je devrai bientôt arriver à Saint Bonnet le Château. Il est tard, près de deux heures du matin. Dans moins d'une heure je suis à Saint'Té. Une douche chaude et au lit !

Dans ma tête reviennent les images de cette soirée, la 'teuf' de mon copain Jean Louis ; La musique, la foule qui se trémousse, la fumée de cigarette et cette odeur d'alcool et de sueur. En bref, c'était bien réussi, mais un peu loin de chez moi. L'alcool ? Je n'y ai pas touché, que du jus de fruits, quand on doit reprendre la voiture ... En parlant de jus de fruits d'ailleurs avec la chaleur, j'en ai beaucoup bu, il va falloir que je m'arrête cinq minutes. J'espère que la pluie va se calmer.

Les virages se succèdent, je traverse un bois, puis voilà des prairies, encore un bois et une côte et une vallée. Les kilomètres se succèdent. L'horloge du tableau de bord et le compteur semblent avancer au même rythme. C'était une belle fête, sacré Jean Louis !

Tiens ! Ca se calme. Dès que je trouve un coin...

Et je roule, et je roule ... Un bois ... La route monte un peu... Toujours ces virages... Ah ? Fontaneille 924m d'altitude... Sans doute ici ? Oui ! Un parking, enfin !

Tout est trempé mais plus une goutte ne tombe. D'ailleurs le ciel s'est totalement dégagé. C'est une petite clairière d'où semblent partir plusieurs pistes qui s'enfoncent dans les bois. Le sol n'est pas trop boueux, heureusement pour mes chaussures basses. Je m'éloigne un peu de la route. A cette heure, il y a très peu de circulation mais il est des moments où l'on veut être seul au monde. Me voilà face à la nuit la tête en l'air, car au-dessus de moi le ciel est d'une pureté inouïe. Lavé par l'orage les étoiles brillent et scintillent comme des diamants sur un velours noir.

Juste devant moi, sept étoiles dessinent une casserole. J'en ai entendu parler de la casserole, c'est donc elle, et de la Grande Ourse. La petite aussi je crois. Où sont-elles ? On appelle ça des constellations. Il y en a d'autres, voyons que je me souviene ! Les signes du zodiaque ; il y a le bélier, le taureau, le capricorne, le verseau, la vierge, le scorpion... Et la balance ? Que vient-t-elle faire dans cette ménagerie ? Comment les reconnaître quand on ne les connaît pas ? Pourtant elles doivent bien être là ! Et ici, il y aurait bien comme un 'W', qu'est-ce que c'est ? Je ne vois rien qui pourrait ressembler à un Lion ou autre chose.

J'ai un jour entendu parler d'un Cygne et d'Hercule, et Alpha du Centaure, et puis d'Andromède. Il y en a donc bien d'autre de ces constellations, combien en tout ? Y'a personne pour me répondre ? Ce qui est curieux, c'est cette bande nuageuse qui traverse le ciel. C'est donc ça la Voie Lactée ! Qu'est-ce que cela peut bien être ?

Brrr ! J'ai eu un frisson. Ca fait combien de temps que je suis le nez en l'air ? Je regagne l'auto en me rajustant et reprends la route aussitôt.

Je ne vois plus le ciel, les phares de la voiture réduisent ma vue à la route et au bord du talus. J'ai envie de les éteindre pour mieux voir. Sont-t-elles encore là les étoiles ou ont-elles disparues quand j'ai allumé les phares ? J'ouvre la fenêtre pour vérifier mais un violent courant d'air glacé m'en dissuade. Est-ce le même ciel au-dessus de Saint Etienne ? Pourquoi ne l'ai-je jamais vu ? J'ai remis la musique mais je l'ai aussitôt coupée car j'ai besoin de repenser à tout ça. A chaque virage j'ai une nouvelle question. Mais qu'est-ce donc que cet Alpha du Centaure dont on parle tant ??? Ca doit être un truc drôlement bizarre !

Un club d'astronomie à Lyon propose des soirées d'initiation¹. J'ai vu ça sur une plaquette chez Jean Louis, ça fait un peu loin mais ça doit valoir le coup !

J'ai passé Saint Bonnet depuis un bon moment, dans quelques minutes je vais aborder la banlieue de Saint'Té. J'ai hâte de retrouver mon lit. Je suis fatigué, je ferai de beaux rêves...

... Certainement pleins d'étoiles.

1 - Voir "Les Galaxies", par Daniel SONDAZ dans ce bulletin.

Les Galaxies

Résumé de la séance d'initiation

Dans l'Univers, les étoiles ne sont pas isolées. Elles sont rassemblées en d'immenses groupes comprenant de 1 à 1 000 milliards d'étoiles. Ces groupes, appelés «galaxies», sont séparés entre eux par de grandes distances. Entre les étoiles, les galaxies peuvent aussi contenir de la matière interstellaire. Il n'y a que très peu de matière dans l'Univers, qui soit en dehors des galaxies (matière dite intergalactique).

Nous-mêmes, nous appartenons à une galaxie, la Galaxie avec un «G» majuscule, dont la Voie Lactée est la trace sur la sphère céleste. Presque tous les astres visibles à l'œil nu sont dans notre Galaxie. Seules exceptions : dans l'hémisphère nord, la galaxie d'Andromède, assez difficile à voir à l'œil nu. Dans l'hémisphère sud, les deux Nuages de Magellan (le Petit et le Grand), bien visibles à l'œil nu.

I- Bref historique de la découverte des galaxies.

Au Xème siècle, les Arabes connaissaient la galaxie d'Andromède. Elle sera redécouverte au XVIIème siècle, au télescope, par Simon Mayer. Le compagnon d'Andromède, petite galaxie satellite de la galaxie d'Andromède, sera découvert au milieu du XVIIIème siècle par Le Gentil. A la fin du XVIIIème siècle, Messier observe les «nébuleuses» depuis la tour de l'Hôtel de Cluny à Paris. Il publie en 1781 son célèbre catalogue comportant 103 objets parmi lesquels il y a à la fois des amas stellaires et des nébuleuses gazeuses situées dans notre Galaxie, et des galaxies. A l'époque on ignore tout de la nature et de la distance de ces objets. Les lunettes et les télescopes n'étaient pas assez puissants pour résoudre en étoiles les galaxies même les plus proches. Kant pensait que ces objets nébuleux étaient des systèmes stellaires analogues au nôtre et très lointains, il les appelait des «Univers îles». De 1786 à 1864, William Herschel et son fils John Herschel découvrirent et répertorièrent un grand nombre d'objets nébuleux. John Herschel publia en 1864 un catalogue qui en comptait 5 000.

Au milieu du XIXème siècle, un astronome irlandais, lord Rosse, découvrit

avec son télescope muni d'un miroir de bronze de 1,83 m la structure spirale de plusieurs galaxies. Un astronome amateur anglais, Roberts, détecta la structure spirale de la galaxie d'Andromède et obtint la résolution partielle des bras en étoiles (1888).

Par suite de l'amélioration des télescopes et des techniques photographiques, le début du XXème siècle vit l'apparition de belles photographies de galaxies, résolvant les bras des spirales en images stellaires. Le problème de savoir si ces objets nébuleux, que l'on résout maintenant en étoiles, sont dans notre Galaxie ou sont des systèmes stellaires beaucoup plus lointains, revient sur le devant de la scène et divise la communauté astronomique. C'est en 1924 que Hubble, en étudiant, sur des clichés pris au télescope de 2,50m du Mont Wilson, les bras de la «nébuleuse» d'Andromède, y découvrit des étoiles variables périodiques, ce qui lui permit (par une méthode dont nous parlerons plus loin), d'avoir une idée sur l'ordre de grandeur de la distance de celle-ci. La porte de l'astronomie extra-galactique venait de s'ouvrir. L'astronomie changeait complètement d'échelle.

Désormais, parmi les objets que les anciens astronomes appelaient «nébuleuses», il convient de distinguer : les galaxies, objets semblables à notre Galaxie et situés à de très grandes distances, les amas stellaires (amas ouverts et amas globulaires) situés dans notre Galaxie ou dans son voisinage, les nébuleuses gazeuses situées dans notre Galaxie et auxquelles il faut réserver le nom de nébuleuses.

II- Recensement

Nous avons déjà parlé du catalogue de Messier et de celui de J. Herschel. Ce dernier, connu sous le nom de General Catalog (G.C.) comporte environ 4 000 galaxies parmi les 5 000 objets recensés. Dreyer a publié vers 1890 son célèbre New General Catalog (N.G.C.) de 8 000 objets nébuleux dont 6 000 galaxies. Il le compléta, à la fin du XIXème siècle, et au début du XXème, par ses deux Index Catalog (I.C.) portant le nombre d'objets à 123 000 dont

10 000 galaxies.

Parmi les catalogues du XX^{ème} siècle, il faut citer celui de Zurich, Herzog et Wild (1960-1968) comptant 30 000 galaxies et celui de Vorontsov-Velyaminov qui en comprend 32 000.

Actuellement, on a beaucoup de catalogues spécialisés : galaxies naines, galaxies en interaction, galaxies multiples, galaxies lointaines...

Bien sûr, toutes les galaxies ne sont pas cataloguées !

Classification

Parmi les diverses classifications que l'on a pu faire, il convient de parler de la plus simple et de la plus connue, celle de Hubble. Il range les galaxies en trois classes : les elliptiques, les spirales et les irrégulières.

Les galaxies elliptiques apparaissent sur la sphère céleste comme une ellipse. Si a est le demi grand axe et b le demi petit axe, $a-b/a$ mesure l'aplatissement de l'ellipse. Pour les galaxies, on le remplace par le nombre $10(a-b/a)$, compris entre 0 et 10, en réalité, chez les galaxies, de 0 à 7. La classe E des galaxies elliptiques est ainsi divisée en E0, E1, ..., E7, allant de E0 (galaxies sphériques) à E7 (les plus aplaties). La nature n'est pas aussi schématique et les aplatissements varient de façon continue de 0 à 7.

Les galaxies spirales présentent un noyau sphérique ; le reste de leur matière est réparti dans un disque centré sur ce noyau et se concentre en des bras spiraux, s'enroulant autour du noyau. On divise la classe des spirales en la sous-classe S des spirales normales et la sous-classe SB des spirales barrées. Chez les spirales normales, les bras prennent naissance au bord du noyau. Chez les spirales barrées, un des diamètres du noyau se prolonge de chaque côté en une structure en forme de barre et les bras prennent naissance aux extrémités de cette barre, à peu près perpendiculairement à la barre. Chacune des sous-classes S et SB est divisée en trois types a, b, c. En allant de a à c, la taille du noyau diminue, la longueur et l'épaisseur des bras augmentent, l'enroulement des bras autour du noyau diminue.

Le type SO a été créé en 1935 par Hubble pour y ranger les galaxies dites

«lenticulaires» qui semblent intermédiaires entre les elliptiques et les spirales. Elles ont la forme d'un disque avec une condensation centrale et n'ont pas de bras.

Les galaxies irrégulières, comme leur nom l'indique, ne présentent pas de structure régulière.

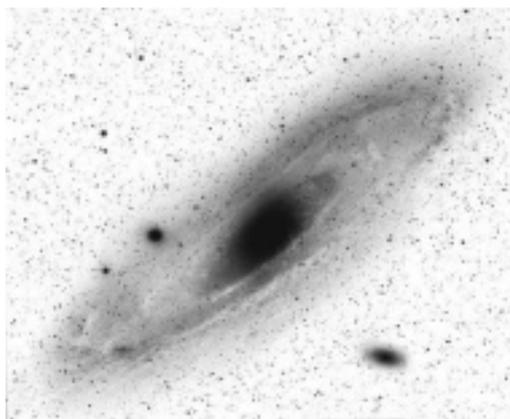
III - Qu'est-ce qu'une galaxie ? Paramètres mesurables.

1. Composition.

Une galaxie est formée d'étoiles et de matière interstellaire. Pour être plus précis on devrait parler de la matière visible d'une galaxie (visible, c'est à dire accessible aux observations, fussent-elles en infrarouge, en radio etc.) car nous verrons qu'il existe aussi de la matière «cachée», totalement inaccessible aux observations actuelles.

Les étoiles se sont formées tout au long de la vie de la galaxie, soit treize à quinze milliards d'années si l'on attribue à l'Univers un âge de quinze milliards d'années. Au début (nous y reviendrons à la fin de cet exposé) le taux de formation stellaire semble avoir été élevé, puis il a décliné. On a, depuis longtemps, distingué deux types de populations stellaires dans les galaxies : Une population I constituée d'étoiles jeunes (étoiles bleues ou blanches des types spectraux O, B, A, supergéantes, céphéides, etc) nées il y a quelques millions d'années ; Une population II formée d'étoiles vieilles (variables à longue période, sous-naines, étoiles des amas globulaires, etc) nées il y a plusieurs milliards d'années (entre dix et quinze). La population I se retrouve dans les disques des galaxies spirales (en particulier dans les bras) et dans les galaxies irrégulières (dont la forme semble due à la répartition irrégulière de leur population I). Elle est pratiquement absente dans les galaxies elliptiques. La population II se trouve dans la partie centrale de la galaxie (dans le bulbe des galaxies spirales) et dans les amas globulaires répartis dans un halo sphérique autour de la galaxie. Enfin elle forme la quasi totalité de la population stellaire des galaxies elliptiques.

Les étoiles représentent la majeure partie de la masse visible dans une galaxie : 90% dans une galaxie irrégulière, 90 à 95%



dans une galaxie spirale, pratiquement 100% dans une galaxie elliptique. Le reste de la matière visible est formé de matière interstellaire : hydrogène atomique, hydrogène ionisé, molécules diverses, poussières. L'hydrogène moléculaire est visible en radio, son spectre présentant une raie d'émission caractéristique de la longueur d'onde 21cm. Cela a permis de le cartographier dans de nombreuses galaxies. Les nuages d'hydrogène atomique ont une masse de l'ordre d'une centaine de masses solaires et une densité de 50 atomes/cm³. Près des étoiles très chaudes (température superficielle ≥30000K), l'hydrogène atomique se trouve ionisé : le rayonnement chaud arrache des électrons aux atomes. On a alors ce qu'on appelle une région HII (comme dans la nébuleuse d'Orion située dans notre Galaxie). Un spectre d'une telle région HII présente des raies d'émission caractéristiques, comme la raie H α . La densité d'un nuage d'hydrogène ionisé peut aller jusqu'à 10 000 atomes/cm³ (ce qui sur Terre, paraîtrait extrêmement ténu !). Le gaz ionisé ne représente que 5 à 10% de la matière interstellaire. Les observations en infrarouge et en radio ont mis en évidence l'existence d'immenses nuages de molécules diverses (CO, OH, CH, NH etc) atteignant une masse individuelle de l'ordre du millier de masses solaires. Les nuages moléculaires sont toujours associés à des poussières interstellaires. Celles-ci sont des grains solides d'environ 0,5 micromètres. Elles ne représentent qu'une fraction infime de la matière interstellaire mais elles peuvent former des nuages obscurs comme, dans notre Galaxie, la célèbre Tête de Cheval dans la constellation d'Orion.

Enfin, au centre de certaines galaxies (au moins au centre des galaxies actives) se trouve un objet massif hyperdense, inaccessible à l'observation directe.

2. Distances.

Dans notre Galaxie, l'unité de distance couramment employée est le parsec, en abrégé pc : 1 pc = 3,26 années de lumière. Quand on s'intéresse aux galaxies, l'unité de distance la mieux adaptée est le mégaparsec, en abrégé Mpc : 1 Mpc = un million de parsecs = 3,26 millions d'années de lumière.

Les méthodes de détermination des distances des galaxies sont principalement fondées sur la relation liant la magnitude absolue M d'un astre dans une certaine échelle de magnitude, sa magnitude apparente m dans cette même échelle et sa distance r en parsecs :

$$M = m + 5 - 5 \log r$$

(Où $\log r$ est le logarithme décimal de r).

Si dans une galaxie de distance inconnue, nous pouvons mesurer la magnitude apparente d'un astre (il devra donc avoir une grande luminosité intrinsèque : étoile très brillante, amas globulaire, etc) et si un moyen indirect nous fournit la magnitude absolue de cet astre, nous aurons alors sa distance par la formule précédente et, par conséquent, celle de la galaxie (étant donné la grandeur des distances des galaxies par rapport à leurs dimensions, on peut supposer que tous les astres d'une même galaxie sont à la même distance de nous). Un tel astre est appelé un «indicateur de distance».

Il est facile de comprendre comment on va opérer. Si, dans plusieurs galaxies de distances connues, on remarque que les astres d'un certain type ont tous la même magnitude absolue, on pourra légitimement penser que tous les astres de ce type ont la même magnitude absolue dans toutes les galaxies. Dès lors que l'on observera un tel astre dans une galaxie de distance inconnue, on lui attribuera la dite magnitude absolue et la méthode que nous venons d'exposer permettra de déduire la distance de la galaxie en question. Comme il faut un commencement à cette méthode en chaîne de mesures des distances, il faudra commencer par repérer dans des galaxies proches, des astres dont nous avons constaté que, dans notre Galaxie, ils avaient tous la même magnitude absolue (pour ceux-ci la distance aura été mesurée par les méthodes de détermination des distances stellaires employées dans notre Galaxie). Comme il s'agit d'une méthode en chaîne, il ne faut pas perdre de vue que les imprécisions existant à chaque étape, dans les mesures vont se cumuler.

Nous allons donner quelques exemples d'indicateurs de distance.

- **Les céphéides** sont des étoiles variables périodiques dont la période se situe entre un jour et quelques dizaines de jours. Miss Leavitt a découvert en 1912, en observant les céphéides des Nuages de Magellan, qu'elles vérifiaient une relation période-luminosité. Lorsqu'on considère les céphéides d'un même Nuage de Magellan, on peut supposer qu'elles sont toutes à la même distance de nous. Par conséquent, les différences de luminosité qu'elles présentent entre elles traduisent des différences de

luminosité intrinsèque. Si sur un diagramme on porte en abscisse le logarithme de la période et en ordonnées la luminosité, les céphéides d'un même Nuage de Magellan se répartissent le long d'une droite. C'est ce qu'on exprime en disant qu'elles vérifient une relation période-luminosité. Dès que l'on a pu connaître la distance de quelques céphéides de notre Galaxie, il a été possible d'étalonner la courbe période-luminosité et, par conséquent, de connaître la magnitude absolue, et donc la distance, de toute céphéide dont on mesurait la période. C'est par cette méthode que Hubble calcula les premières distances extragalactiques dans les années 1925. Elles permettent de mesurer des distances jusqu'à 2Mpc.

- **Les novæ** sont des étoiles variables éruptives. Les novæ à développement rapide ont, à leur maximum d'éclat, une magnitude absolue photographique voisine de -9 ; les novæ à développement lent ont, à leur maximum d'éclat, une magnitude absolue photographique voisine de -6,5. Elles ont l'inconvénient d'avoir une dispersion non négligeable autour de la moyenne. Elles permettent de mesurer des distances jusqu'à 4 Mpc.

- **Les étoiles non variables** les plus lumineuses sont des étoiles blanches ou bleues dont la magnitude absolue visuelle est voisine de -9. Cela en fait des indicateurs de distance d'une portée de 15 Mpc.

- **Les supernovæ.** On distingue les supernovæ de type I et les supernovæ de type II. Les supernovæ de type I se rencontrent dans les galaxies elliptiques, irrégulières et spirales. Leur magnitude absolue photographique au maximum est voisine de -18. Les supernovæ de type II se rencontrent dans les galaxies spirales. Leur magnitude absolue photographique au maximum est voisine de -16. Ce sont d'excellents indicateurs de distance, d'une très grande portée. Ils n'ont que l'inconvénient de leur rareté. On les a longtemps utilisés pour mesurer des distances jusqu'à 100 Mpc ou un peu plus. Depuis la fin des années 1990, on se livre à la chasse aux supernovæ très lointaines. En 1998, le télescope Keck, à Hawaï, a observé la première supernova ayant un décalage spectral $z > 1$; elle est donc à quelques 10 milliards d'années de lumière (en gros 3 000 Mpc) de nous. Le «Groupe Supernovæ pour la Cosmologie» a publié en 1998 l'analyse de 42 supernovæ très lointaines.

- **Les galaxies les plus brillantes** d'un amas de galaxies. Ici on est dans le gigantesque et le très lointain ! On a

remarqué que les galaxies les plus brillantes d'un amas de galaxies avaient une magnitude absolue visuelle comprise entre -20 et -22 . C'est surtout vrai pour les amas riches. Cela en fait des indicateurs de distance d'une portée de 500 Mpc (environ 1,5 milliards d'a.l.).

- **La loi de Hubble.** Rappelons que l'effet Doppler permet de mesurer la vitesse V à laquelle un astre s'approche ou s'éloigne de nous. Si λ_0 est la longueur d'onde au laboratoire d'une certaine raie spectrale présente dans l'astre en question, si λ est la longueur d'onde de cette même raie mesurée dans le spectre de l'astre, on a $\lambda < \lambda_0$ si l'astre s'éloigne, $\lambda > \lambda_0$ s'il se rapproche ; de plus, on a

$$\lambda - \lambda_0 / \lambda = V/c$$

où c est la vitesse de la lumière dans le vide. Dans le cas de vitesses V non négligeables vis-à-vis de c , on emploie une formule relativiste un peu plus compliquée.

La loi de Hubble dit que toutes les galaxies s'éloignent de nous et que la vitesse à laquelle elles s'éloignent de nous, dite vitesse de récession, est proportionnelle à leur distance. Si V est la vitesse de récession en km/s, si r est la distance en Mpc, on a une relation de la forme $V = Hr$ où H est la constante de Hubble en km/s/Mpc.

Notons d'abord que cette loi de Hubble ne fait en rien jouer un rôle particulier à la Terre ! En tout autre point de l'Univers, elle serait valable : l'Univers est en expansion et les galaxies qui le composent s'éloignent mutuellement les unes des autres.

La détermination précise de H est très délicate. En effet, pour la calculer, il faut utiliser des galaxies dont on a mesuré la distance et nous avons vu que la mesure des distances des galaxies souffre d'imprécisions importantes. Autre source de difficultés : si nous nous intéressons à une galaxie appartenant à un amas (et c'est le cas de la plupart des galaxies), celle-ci est en mouvement dans l'amas par suite des forces de gravitation existant dans l'amas. Il en résulte que sa vitesse de récession est fortement perturbée par la dynamique de l'amas : elle peut même, éventuellement s'approcher de nous !

Lorsque Hubble découvrit sa loi en 1929 il trouva $H=526$. Dans les années 1950, on montra, ou plutôt on crut montrer, qu'il fallait prendre $H=200$. Par la suite les travaux de Sandage et Tamman ramenèrent H successivement à 100 et à 50. Par la suite De Vaucouleurs, après une étude minutieuse

des indicateurs de distance, a proposé $H=100$. Actuellement, on est à $H=70$ environ, avec une assez forte imprécision.

C'est à l'aide de la loi de Hubble que l'on mesure les distances les plus lointaines. Par exemple, le quasar OQ172 a une vitesse de récession de 272 000 km/s, ce qui en fait un des astres connus les plus lointains.

3- Dimensions.

Lorsqu'on connaît la distance d'une galaxie, et si l'on mesure son diamètre apparent (angle sous lequel on la voit), on peut en déduire son diamètre. Le problème est compliqué par le fait que les galaxies n'ont pas de frontière bien nette. Les plus grandes galaxies spirales ou elliptiques ont un rayon de l'ordre de 20000 pc. Celui de notre Galaxie est de l'ordre de 15000 pc, soit environ 50000 a.l. Beaucoup de galaxies sont bien plus petites.

4- Rotation, forme, bras spiraux.

Les courbes de rotation des galaxies (essentiellement spirales) sont les courbes donnant la vitesse (en km/s) d'un point de la galaxie en fonction de sa distance au centre. Pour les obtenir, on forme les spectres provenant de points de la galaxie échelonnés à partir du centre et on mesure les décalages spectraux de certaines raies présentes dans ces spectres. L'effet Doppler permet d'en déduire la vitesse. On utilise, dans le domaine optique, les raies d'absorption des étoiles des régions centrales et les raies d'émission des régions HII dans les régions externes. Dans le domaine radio, on utilise la raie à 21 cm de l'hydrogène atomique.

On met ainsi en évidence un phénomène de rotation différentielle : tous les points de la galaxie n'ont pas la même vitesse angulaire. D'une façon plus précise, près du centre, la vitesse angulaire est constante, donc la vitesse d'un point de la galaxie (la vitesse linéaire exprimée en km/s) croît proportionnellement à la distance de ce point au centre. Elle passe par un maximum V_m , puis elle décroît, ce qui signifie que la vitesse angulaire décroît rapidement. Dans la galaxie d'Andromède, la période de rotation de la région centrale est de 520 000 ans. La période de rotation des régions périphériques d'une grande galaxie est de l'ordre de la centaine de millions d'années. On a constaté (Tully et Fisher, 1977), à l'aide de courbes de rotation de galaxies dont on connaissait la distance, qu'il existe une relation empirique entre V_m et la luminosité totale L de la galaxie : L est proportionnel à V_m . Cela donne un moyen d'obtenir la magnitude absolue de la

galaxie, donc sa distance.

L'allure des bras spiraux d'une galaxie spirale n'est donc pas due à leur rotation : compte tenu de l'âge des galaxies (plus de dix milliards d'années) et de la période de rotation des régions périphériques (une ou deux centaines de millions d'années), les bras des galaxies spirales devraient présenter de nombreux enroulements. Or il n'en est rien : ils ne s'enroulent que de un ou deux tours.

Les bras sont, en réalité des ondes de densité. Il y a effectivement plus de matière (étoiles, matière interstellaire) dans les bras qu'entre les bras, mais ce n'est pas toujours la même matière qui s'y trouve. Les étoiles et la matière interstellaire, lorsqu'elles tournent autour du centre de la galaxie, ralentissent lorsqu'elles se trouvent dans les bras. L'image que l'on en donne souvent est la suivante : Imaginons une autoroute à deux voies où les voitures circulent à vive allure. Supposons que, sur la voie de droite, se trouve un véhicule lent. Derrière celui-ci va se former une accumulation de voitures, autrement dit une onde de densité. Ce ne seront pas toujours les mêmes voitures qui resteront dans cette accumulation puisqu'elles doublent le véhicule lent, les unes après les autres. Dans une galaxie spirale, les bras tournent autour du centre de la galaxie mais avec une vitesse inférieure à celle des étoiles et de la matière interstellaire se trouvant entre les bras, comme dans l'image précédente, le «bouchon» formé derrière le véhicule lent se déplace à la vitesse de celui-ci, donc à une vitesse inférieure à celle des voitures constituant la circulation normale de l'autoroute. Problème : il faut qu'un mécanisme entretienne ces ondes de densité ou en reforme. Des hypothèses ont été formulées mais aucune ne donne entièrement satisfaction.

Jusqu'à une époque récente on pensait que toutes les galaxies elliptiques étaient des ellipsoïdes de révolution aplatis (surface engendrée par une ellipse en rotation autour de son petit axe. (D'une façon très imagée, une citrouille). C'est la forme que prend naturellement une masse fluide autogravitante, en rotation. La réalité s'avère plus compliquée. On a découvert, en 1984, la présence, autour de certaines galaxies elliptiques, de coquilles très fines composées d'étoiles. L'étude de ces coquilles a permis d'avoir une idée plus juste de la forme réelle des galaxies elliptiques. En particulier, lorsque la coquille apparaît sous la forme de parenthèses alignées sur le demi grand axe apparent, cela traduit le fait que la galaxie est un ellipsoïde de révolution allongé (de

façon imagée, un cigare ou un ballon de rugby). La proportion de galaxies aplaties serait deux fois supérieure à celle des galaxies allongées. Pour compliquer le problème, certaines galaxies elliptiques qui ne tournent pas du tout seraient triaxiales (c'est à dire à trois axes inégaux).

5- Masses.

Lorsqu'on a obtenu la courbe de rotation d'une galaxie spirale, en faisant l'hypothèse que la galaxie se présente comme une superposition de «galettes» aplaties, ayant chacune son rayon et sa densité, on peut en déduire la distribution de masse dans le disque de la galaxie et donc la masse de celle-ci. Dans le cas d'une galaxie elliptique, on utilise une méthode qui permet (via le théorème du viriel) de calculer la masse en fonction du diamètre effectif (diamètre à l'intérieur duquel est émise la moitié de la luminosité totale de la galaxie) et de la moyenne des carrés des vitesses des étoiles qui la composent (ce dernier paramètre est assez difficile à obtenir). On trouve des masses allant de 10^9 masses solaires (galaxies naines) à 10^{12} masses solaires (galaxies géantes). La notre a une masse de l'ordre de 2×10^{11} masses solaires.

Mais là surgit un très gros problème. Les courbes de rotation des galaxies devraient décroître rapidement lorsqu'on atteint le bord de la galaxie : or il n'en est rien, elles présentent là une assez longue portion quasi horizontale. Un moyen d'expliquer la grande vitesse de la matière vers les bords de la galaxie est de supposer qu'il existe dans un halo entourant la

galaxie de la matière inaccessible aux observations, appelée masse cachée ou matière noire. La quantité de masse cachée nécessaire pour expliquer l'allure de ces courbes de rotation est très grande : environ dix fois la masse visible (c'est à dire celle qui est accessible aux observations et dont on a vu comment on la mesurait). On n'a aucune idée sur sa nature ou plutôt, on a émis une foule d'hypothèses dont aucune n'a reçu l'ombre d'une preuve. Ces hypothèses vont des plus prosaïques aux plus exotiques : naines brunes (étoiles trop petites pour évoluer normalement, donc non lumineuses), naines blanches, hydrogène moléculaire

(molécule H_2), trous noirs, neutrinos massifs, hypothétiques particules non baryoniques (insensibles aux interactions électromagnétique et forte, mais sensibles à l'interaction faible) appelées WIMPs (Weakly Interactive Missing Particles).

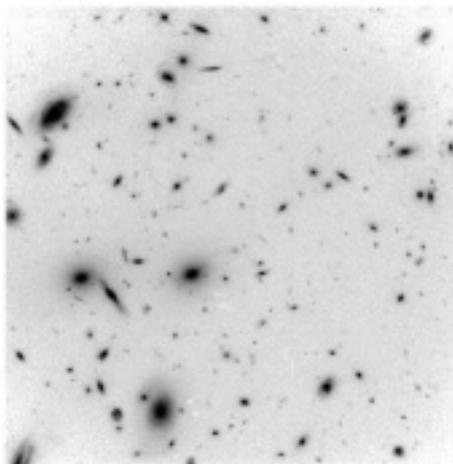
IV- Amas, superamas.

1- Amas

Un certain nombre de galaxies (10 à 20% selon De Vaucouleurs) sont isolées dans l'espace. Les autres se rassemblent en amas d'une dizaine à quelques milliers de galaxies. Notre propre Galaxie appartient à un amas, le Groupe Local, qui comprend deux groupes de galaxies (la nôtre et celle d'Andromède), trois galaxies moyennes (Le Gand Nuage de Magellan et deux spirales) et dix-huit petites galaxies (onze elliptiques, cinq irrégulières, deux spirales). Jusqu'à une distance de 16 Mpc, De Vaucouleurs a compté 54 amas de galaxies, distants en moyenne de 7 Mpc et ayant 0,5 à 4 Mpc de diamètre, avec une moyenne de 2 Mpc. Tous ces amas, à l'exception de l'un d'eux, celui de la Vierge, comportent chacun très peu de galaxies, en moyenne moins d'une dizaine.

A une distance de 11 Mpc se trouve l'amas de la Vierge qui comporte plus de 1000 galaxies, bien que son diamètre ne soit que de 2,7 Mpc. Il est surtout composé de galaxies spirales et elliptiques (dont quelques galaxies elliptiques géantes). En 1993, Zwicky, après une série d'observations des mouvements des galaxies dans l'amas de la vierge, calcula la masse de celui-ci et trouva une masse très supérieure à la somme des

masses individuelles : pour la première fois, le problème de la masse cachée était mis en évidence. Indiquons comment on peut déduire la masse d'un amas de l'observation des mouvements des galaxies qui le composent. On utilise un résultat de mécanique statistique connu sous le nom de théorème du viriel qui permet de calculer la masse de l'amas en fonction de la distance moyenne entre deux galaxies de l'amas (que l'on peut déterminer dès lors que l'on a mesuré la distance de l'amas) et de la vitesse moyenne des galaxies de l'amas (l'effet Doppler permet de calculer les vitesses radiales après correction de la vitesse de récession ;



En faisant l'hypothèse qu'il n'y a pas de direction privilégiée pour les vitesses, on en déduit la vitesse moyenne des galaxies). La valeur de la masse de l'amas que l'on obtient ainsi est de 10 à 20 fois supérieure à la somme des masses visibles des galaxies qui le composent.

A une distance de 70 Mpc, on rencontre un amas encore plus peuplé que celui de la Vierge, l'amas de la Chevelure de Bérénice. Il comporte plusieurs milliers de galaxies. Il est surtout formé de galaxies elliptiques mais il compte aussi beaucoup de galaxies lenticulaires.

Les amas, qui comme ceux de la Vierge et de la Chevelure de Bérénice, comprennent un grand nombre de galaxies sont appelés «amas riches». Abell en a recensé 2700 en les recherchant sur les clichés en lumière rouge du Palomar Sky Survey jusqu'à la magnitude $m_p=21$. On trouve des amas riches tous les 55 Mpc, soit un pour 175000Mpc^3 .

2- Superamas.

Les amas de galaxies peuvent se grouper en amas d'amas ou superamas. Si, dès les années 1930 (donc peu après les débuts de l'astronomie extragalactique), les amas de galaxies ont été reconnus par les astronomes (surtout Zwicky, mais aussi Shapley, Ames, Holmberg etc), l'existence des superamas n'a été admise que beaucoup plus tard.

Un pionnier dans la recherche des superamas a été De Vaucouleurs. Dès 1953, il a reconnu que le Groupe Local fait partie d'un superamas, le superamas Local. Celui-ci est centré sur l'amas de la Vierge, il a un diamètre d'une trentaine de Mpc et il a la forme d'un disque dont le plan est à peu près perpendiculaire au plan de notre Galaxie. Divers travaux de De Vaucouleurs, de 1953 à 1975, ont bien établi l'existence de ces superamas.

On a découvert d'autres superamas. Le superamas Coma-A1367 est une bande de galaxies joignant l'amas de la Chevelure de Bérénice et l'amas riche A1367 (amas portant le numéro 1367 dans le catalogue de Abell). Le superamas d'Hercule, contrairement aux précédents, n'est pas dominé par un ou deux amas très riches. Le superamas de Persée forme une longue traînée de galaxies sur la sphère céleste, allant de l'amas de Persée aux environs de la galaxie N383. Le superamas de l'Hydre-Centaure a été découvert dans le ciel austral.

Abell, lorsqu'il a établi son catalogue d'amas riches, pensait que certains pourraient être les membres de plus grandes

structures, mais on manquait à l'époque de données de distances, les mesures de décalages spectraux d'un grand nombre de galaxies demandant beaucoup de temps. Les progrès techniques réalisés depuis, ont beaucoup facilité ces mesures.

Entre les amas et les superamas, l'espace est occupé par des vides de 30 à 40 Mpc de diamètre. En 1981, on a découvert dans la constellation du Bouvier, un très grand vide (presque vide) de 100 Mpc de diamètre. Tout ceci conduit à voir notre Univers à très grande échelle de la façon suivante (Einasto, Joeveer, Laar, 1980). L'Univers est fait de cellules vides dont les parois sont des feuilletés dans lesquels se trouvent les galaxies. L'intersection de deux feuilletés forme un filament plus riche en galaxies que les feuilletés. On a ainsi une sorte de toile d'araignée tridimensionnelle. A l'intersection des filaments se trouvent les amas et les superamas.

V- Formation, évolution.

La formation des galaxies et, plus généralement, celle des grandes structures de l'Univers est actuellement un problème non résolu. Les théoriciens élaborent des scénarios susceptibles de rendre compte de la formation des galaxies et ces scénarios sont fondés sur l'instabilité gravitationnelle. Nous allons en esquisser les grandes lignes.

Conformément au modèle cosmologique standard du Big Bang¹, l'Univers primordial (grossièrement, cela correspond au premier million d'années de l'histoire de l'Univers), était un fluide dense de particules matérielles et de photons. La matière était complètement ionisée : les électrons étaient libres, non rattachés à des noyaux d'atomes. Les électrons libres interagissent avec les photons, ce qui diminue fortement le libre parcours moyen de ces derniers. De ce fait l'Univers primordial est opaque. Le fluide qui le constitue est très visqueux. La température de l'Univers décroît avec le temps. Lorsqu'elle s'abaisse à 3000K, la matière cesse d'être ionisée : les protons capturent les électrons libres pour former des atomes d'hydrogène. C'est la «recombinaison» (le terme «combinaison» serait plus adéquat). Les électrons n'interagissent plus avec les photons dont le libre parcours moyen se trouve considérablement accru. L'Univers est devenu transparent. Le rayonnement peut se propager librement dans l'espace. C'est lui que nous observons aujourd'hui sous la forme du fond diffus cosmologique ou CMB (cosmic

1 - Voir le prochain texte d'initiation sur la Cosmologie.

microwave background). Il s'est, bien sur, considérablement refroidi au cours du temps et la courbe qui donne sa luminance énergétique en fonction de la longueur d'onde est celle d'un corps noir à 3K (c'est pourquoi on l'appelle aussi rayonnement à 3K ou plus précisément à 2,7K). Le CMB est considéré comme la preuve observationnelle par excellence du Big Bang. Il a été découvert en 1965 par les radioastronomes Penzias et Wilson et cela a valu le prix Nobel de physique aux deux heureux découvreurs. Après la recombinaison, la viscosité du fluide constituant l'Univers a disparu. Jusque là, la pression de radiation du rayonnement auquel la matière était liée empêchait celle-ci de se contracter sous l'effet de la gravitation ; ce n'est plus le cas après la recombinaison. La fin des interactions entre particules matérielles et photons s'appelle le «découplage» dynamique. La recombinaison et le découplage n'ont pas été instantanés ni complets.

Les théories sur la formation des galaxies ou des structures plus grandes qui se fragmentèrent ensuite en galaxies, s'appuient sur une idée très simple : dans un milieu matériel de densité quasi uniforme, comme l'Univers après la recombinaison, s'il existe une surdensité locale, cette inhomogénéité s'amplifie ; en effet, l'excès local de matière attire par la force de gravitation la matière voisine. Une telle inhomogénéité, dans un milieu «idéal», croîtrait très vite mais, dans l'Univers réel, elle est freinée par l'expansion de celui-ci, donc sa croissance est assez lente. La forme la plus probable que prendra un volume de matière en train de s'effondrer est celle d'une crêpe. Selon la théorie des astronomes soviétiques Novikov, Sumyaev et Zel'dovich, ces crêpes se scindent en morceaux qui deviendront des amas ou des superamas. Ensuite ces morceaux eux-mêmes se scindent, pour les mêmes raisons d'instabilité gravitationnelle, en morceaux qui deviendront des galaxies. Pour l'astronome américain Peebles, les fluctuations de densité dans l'Univers primitif forment des galaxies qui, ensuite, se regroupent en amas et en superamas. La contradiction entre ces deux théories n'est pas le problème majeur auquel sont confrontés ces scénarios fondés sur l'instabilité gravitationnelle.

Connaissant le niveau actuel des inhomogénéités de densité dans l'Univers, déduit de l'observation des galaxies, amas, superamas, grands vides, on peut en déduire le niveau des inhomogénéités de densité dans l'Univers primitif, nécessaires pour aboutir à

la situation actuelle. On trouve des inhomogénéités relatives de l'ordre de 10^{-3} . Par ailleurs, on sait que ces inhomogénéités de densité entraînent des inhomogénéités sur le rayonnement alors existant et que celles-ci doivent se manifester par une fluctuation de température sur le CMB (le rayonnement à 2,7K). De plus, ces fluctuations de température doivent être proportionnelles aux inhomogénéités primitives de densité, donc doivent être de l'ordre de 10^{-3} . Là est le problème crucial auquel se heurtent les hypothèses de formation des galaxies et des amas. Pour l'instant il n'existe aucune solution satisfaisante. Ajoutons un problème supplémentaire : les instabilités gravitationnelles ont dû se produire plus ou moins simultanément, à toutes les échelles. Ainsi, pendant qu'une galaxie se forme, des instabilités gravitationnelles à l'intérieur de celles-ci peuvent donner naissance à des étoiles ; des galaxies proches les unes des autres peuvent se lier gravitationnellement en amas. Et ces phénomènes simultanés interagissent entre eux, ce qui ne simplifie pas le problème.

Que nous apprend l'observation ? Au plus on observe loin, au plus on remonte dans le temps : Quand on observe une galaxie située à dix milliards d'années de lumière, on la voit telle qu'elle était il y a dix milliards d'années. Rappelons que le décalage relatif : (Voir page 7)

$$z = \lambda - \lambda_0 / \lambda$$

mesure l'expansion de l'Univers. Un décalage $z = 1$ correspond à un Univers ayant la moitié de l'âge de l'Univers actuel ; un décalage $z = 3$ correspond à un Univers ayant le quart de son âge actuel. On conçoit tout l'intérêt, pour l'étude de l'évolution des galaxies, des images de l'Univers très lointain que fournissent les grands télescopes terrestres comme le C.F.H. de Hawaï, le V.L.T. du Chili, le Keck de Hawaï, etc, ou le télescope spatial Hubble. On ne peut pas mesurer directement les distances des galaxies découvertes aux limites des observations du télescope spatial, leur faible luminosité rendant impossible la mesure du décalage vers le rouge. Il y a toutefois une méthode pour s'assurer, avec une bonne probabilité, qu'une telle galaxie est très lointaine. La lumière venant d'une galaxie très lointaine a rencontré sur son passage beaucoup d'hydrogène intergalactique. Or l'hydrogène absorbe fortement l'ultraviolet (et les rayonnements plus énergétiques) ; il

s'ensuit qu'une telle galaxie est visible dans le rouge et dans le vert, invisible dans l'ultraviolet. Cela a été confirmé par des observations faites au télescope Keck qui ont réussi à mesurer le décalage vers le rouge de certaines de ces galaxies : leur z est compris entre 2 et 3,8.

Les observations de l'Univers très lointain nous montrent pour des décalages >1 , des galaxies spirales et elliptiques brillantes assez semblables aux galaxies proches. Cela signifie que de nombreuses galaxies n'ont guère évolué pendant plusieurs milliards d'années. D'autre part, ces mêmes observations nous font aussi voir que de nombreuses galaxies ont considérablement changé. Il y avait, à $z = 1$, dix fois plus de galaxies faibles que près de nous. Ces galaxies faibles ont une couleur bleue et des raies d'émission intenses, attestant que les étoiles s'y formaient beaucoup plus rapidement que dans les galaxies actuelles. Se fondant sur des images radio du V.L.A. (Very Large Array, grand radiotélescope du Mexique) et des images infrarouges du satellite I.S.O. (Infrared Space Observatory), des astronomes français ont estimé que certaines galaxies lointaines avaient une activité de formation stellaire

cent fois plus importante que dans notre Galaxie. Il semble que le taux de formation stellaire ait augmenté au début de l'histoire de l'Univers pour atteindre un maximum (un «baby boom» cosmique) entre les décalages $z=2$ et $z=1$; il a ensuite beaucoup décru au cours de la deuxième moitié de l'histoire de l'Univers. Beaucoup de ces galaxies faibles et lointaines sont très irrégulières, déformées par les interactions galactiques qui, alors, étaient plus importantes que de nos jours, du fait que l'Univers était plus petit, sa densité était plus grande. Au premier abord, cela paraît militer en faveur du scénario hiérarchique - les petites galaxies se sont d'abord formées et ont fusionné pour former de grosses galaxies - mais ce n'est pas si simple car les observations montrent aussi qu'à ces époques très lointaines, il existait déjà de grandes galaxies spirales et des galaxies elliptiques massives.

A l'heure actuelle on n'a pas de réponse satisfaisante à tous ces problèmes ; l'origine et l'évolution des galaxies sont encore des questions largement ouvertes.

Daniel SONDAZ

Eclipse Annulaire du 3 Octobre 2005 en Espagne

J-3

Gros coup de cafard... Louis m'appelle pour me dire que les prévisions météo en Espagne sont catastrophiques pour les jours à venir, et que du coup Eliane et lui pensent ne pas partir. En plus, Juliette est malade... et faire le voyage sans Juliette ne me réjouit vraiment pas... Mais rester à Lyon sous un ciel gris et pluvieux en me demandant si j'ai raté quelque chose me réjouit encore moins. Alors je prends mon téléphone et j'essaie de re-motiver toute la troupe. C'est décidé, nous (Louis, Eliane, Régis, Denis, Franck, Juliette et moi) partons demain pour l'Espagne !

J-2

Au fil des kilomètres, le ciel se dégage et nous retrouvons en Espagne une météo qua-

si estivale, en même temps que notre optimisme et notre bonne humeur. Notre première étape nous conduit à l'Hospitalet de l'Infant pour les uns, et à Peniscola un peu plus au Sud pour les autres, qui ont fui les nuages dans l'espoir d'observer. Mais un bon repas bien arrosé et la fatigue du voyage nous dissuadent de sortir le télescope ce soir là.

J-1

Franck et moi commençons la journée par une acquisition de Mars à la webcam avec l'ETX dans des conditions particulièrement acrobatiques, les pires que nous ayons connues : Rafales de vent, passages nuageux de plus en plus nombreux, problèmes d'alignement avec le télescope... mais nous avons persévéré et réussi à sortir une photo

acceptable !

En milieu de journée, plus nous avançons vers le Sud, plus la couverture nuageuse se densifie et le ciel, comme notre moral, prend une couleur grise. Nous atteignons Oliva, l'agglomération la plus proche de notre lieu d'observation de l'éclipse, le petit village de Fornà, situé quelques kilomètres à l'intérieur des terres. Et là, mauvaise surprise, après avoir sillonné la ville dans tous les sens, impossible de trouver un hôtel convenable... Du coup, retour à Gandia, la station balnéaire la plus proche, où nous trouvons enfin un bel hôtel confortable en bord de mer. Mais il est trop tard pour faire une reconnaissance à Fornà, ou pour préparer un plan B en cas de mauvais temps. Il ne nous reste plus qu'à attendre et à croiser les doigts... Vers 16h, nous prenons notre premier (pour certains) repas de la journée : une bonne glace, accompagnée de quelques crêpes (pas très typique me direz-vous...). Pendant ce temps, le ciel s'est bien dégagé et nous reprenons espoir. Après une petite promenade digestive dans le port de plaisance, Franck et moi sortons le Coronado PST pour faire quelques essais d'acquisition avec l'appareil photo numérique et la webcam. Hélas, impossible de trouver le foyer avec les configurations optiques dont nous disposons. Après une heure d'essais infructueux, nous décidons que nous profiterons du PST en visuel demain pendant l'éclipse.

Jour J

Premier réveil à 5h pour une nouvelle acquisition martienne... en vain, les nuages et le vent sont là ! Le stress commence à nous gagner, mais plus le temps de tergiverser ou de se lamenter sur la météo, il faut se rendre à Fornà... dernier coup de stress dans les embouteillages d'Oliva... et nous arrivons enfin à Fornà, une dizaine de minutes avant le début de l'éclipse ! Pas trop le temps d'admirer le site, pourtant très joli, au milieu des orangers... Nous sortons le matos en toute hâte, mettons en station l'ETX, installons la webcam et l'ordinateur... tout cela sans plus regarder le ciel et les nuages qui se dissipent lentement ! Impossible de tirer quelque chose de l'ETX... on passe à la lunette 80/400, toujours à la webcam. L'image est de qualité médiocre,

complètement saturée, mais la mise au point est bonne ! Nous lançons les acquisitions alors que l'éclipse est déjà bien avancée. Nous trouvons enfin le temps de faire connaissance avec les autres astronomes amateurs, d'apprécier le très beau site d'observation choisi par la SAF, de discuter des instruments et équipements photo. Louis a choisi de monter la webcam sur un téléobjectif de 180 mm. Tout à l'air de bien se passer pour lui, ses acquisitions sont de très bonne qualité. Les curieux se succèdent à l'oculaire du Coronado PST, guidés par Denis, pour admirer le spectacle des protubérances et de la granulation solaire. Nous accueillons des américains et des anglais de passage, ébahis de voir tant de monde avec des lunettes étranges et des instruments bizarres ! La lumière se tamise, et la température baisse à mesure que nous approchons du maximum. Et le moment tant attendu arrive, le premier contact, ponctué de cris d'enthousiasme dans toutes les langues. S'ensuivent 4 minutes merveilleuses d'observation de l'anneau de feu. Et déjà le dernier contact... la tension baisse, certains commencent à plier bagage mais les plus passionnés feront des photos jusqu'au bout. Nous, nous en profitons pour discuter, échanger sur le matériel, comparer la qualité optique des quelques Coronado PST présents sur le terrain. Tout à coup, Denis me dit de venir voir, dans le PST, les protubérances solaires émergeant tout juste du disque lunaire dévorant l'astre du jour. Et cette vision restera probablement pour moi l'image la plus fabuleuse de cette éclipse.

Il faut hélas penser à quitter Fornà, son soleil retrouvé, les orangers, l'Espagne... pour rentrer à Lyon où personne, hélas n'aura eu la chance de voir l'éclipse. Sur le chemin du retour, je me rends compte avec horreur que mes acquisitions n'ont pas été enregistrées sur le disque dur... et plus tard, nous constaterons avec Franck que nous avons grillé le capteur N&B de la webcam ! Heureusement, Louis est rentré avec de très belles photos de l'éclipse... et nous tous avec de merveilleux souvenirs en tête !

Florence CLEMENT

La Vie Extra-Terrestre

Avant propos

La vie est-elle apparue en d'autres endroits que la Terre ? Existe-t-il une autre planète habitée ? Y a-t-il des êtres vivants doués d'intelligence ou de conscience, sur une autre planète, quelque part dans l'Univers ?

Aujourd'hui, nous n'en savons rien, et nous ne pouvons pas même en calculer les probabilités car nos connaissances sur ce sujet sont trop incomplètes. Nous ne pouvons que spéculer sur leur existence. Autant de questions qui n'auront peut-être jamais de réponse.

Est-t-il besoin de se les poser ?

Sûrement, oui ! Mais ce ne serait sans doute pas raisonnable de consacrer sa vie à leur chercher une réponse. Par contre, y réfléchir un peu pourrait nous faire modifier notre comportement aujourd'hui et nous faire prendre conscience de l'importance qu'il y a à comprendre le développement de la vie sur la Terre et à la protéger. En tout cas, ces interrogations amènent bien plus de nouvelles questions que de réponses.

La vie

Il nous paraît important de faire tout de suite une distinction entre l'apparition de la vie et le développement de l'intelligence et de la conscience.

A l'heure où nous sommes à la recherche de la vie présente ou passée sur des astres comme Mars et Titan, il ne semble plus faire de doute que l'apparition des êtres les plus primitifs qu'ils soient, comme les bactéries monocellulaires, pourrait être chose courante dans les systèmes planétaires. Nous savons maintenant que la vie est apparue sur Terre très tôt, dès que le chaos original se fut calmé. Mais il fallut plusieurs milliards d'années pour que cette vie primitive donne naissance à des êtres évolués. Il fallut même, que cette vie modifie le milieu où elle évoluait, pour le rendre plus accueillant, par exemple en dégagant l'oxygène nécessaire à la vie hors de l'eau. Même si nous n'avons pas encore observé de traces de vie ailleurs que sur terre, quel est donc l'argument qui interdirait qu'elle existe ? Ne prenons donc pas des probabilités pour des principes absolus.

L'intelligence

On pourrait comparer l'intelligence à la pyramide de Kheops. Toute la pyramide serait la vie sous toutes ses formes et l'intelligence serait le dernier millimètre de sa pointe. Il serait farfelu d'imaginer une espèce intelligente qui aurait évolué seule sur une planète. Forcément, la vie doit tenter toutes les solutions et exploiter toutes les niches écologiques pour arriver à la probabilité qu'une espèce développe l'intelligence. Les extraterrestres que nous cherchons, habitent une planète débordante de vie... s'ils l'ont bien gérée !

Les origines du nuage noir de Fred Hoyle, tout séduisant qu'il soit, sont alors bien difficiles à imaginer. Comment l'évolution aurait-t-elle pu arriver à ce degré d'intelligence, dans le vide cosmique où nous n'observons aujourd'hui que quelques molécules et acides aminés ? Des traces bactériennes semblent être trouvées dans des météorites, mais ces bactéries ne seraient pas nées dans l'espace. Elles auraient été éjectées avec la roche qui les accompagne, lors de la collision d'un astéroïde avec la planète qui les hébergeait. Mais cela voudrait dire que l'espace entier estensemencé... Qu'elle est séduisante, la théorie de la panspermie !

Nous allons définir ce que nous entendons par intelligence. Pour le sujet qui nous préoccupe ici, nous nous contenterons de cette définition : Peut être dit intelligent, un être capable de s'adapter à un milieu hostile, capable de rire et pleurer.

Il faut aussi noter qu'un cerveau volumineux ne fait pas tout. On ne peut pas concevoir le développement de l'intelligence

sans que ce gros cerveau soit aidé par des 'médiats' qui lui permettent de progresser et d'utiliser ses capacités. La communication entre les individus est primordiale, que ce soit par la parole ou par tout autre procédé. L'utilisation d'outils, donc de 'mains' pour les manipuler est incontournable pour le développement de la technologie. La maîtrise du feu donne l'énergie nécessaire. La croissance des jeunes et leur l'apprentissage doivent être longs. L'éducation ne peut se faire que sur un nombre limité de jeunes au sein d'une société qui protégera le faible. La reproduction doit donc se faire selon le mode : 1+1=1 qui est un mâle et une femelle donnent un enfant, et non pas selon le mode disséminateur : 1+1=1 million qui est le mode de reproduction par exemple, des arbres, champignons etc... Plus une espèce est intelligente et plus la période de vulnérabilité de ses enfants est longue.

Ces contraintes éliminent ou rendent peu probable l'évolution dans des milieux aquatiques. Dans les airs aussi, à cause de la dépense énergétique nécessaire au vol prise au détriment du développement intellectuel, à cause de la réduction de la durée de vie liée à cette énergie dépensée, à cause aussi de la légèreté nécessaire, incompatible avec un gros cerveau. Mais sous quelle forme se présenteraient-ils ? Vu que l'on trouve les mêmes matériaux partout dans l'Univers, ils nous ressembleraient probablement. S'ils étaient jolis (selon nos critères de beauté) ce serait un plus. Avez-vous remarqué comme sur Terre on protège plus facilement un joli animal ? Tuer un ourson soulèvera l'indignation mais tuer un mulot sera une bonne chose (pensez... Ils mangent les salades en plus !). Extra-terrestres, soyez mignons, sinon gare à vous !

Un seul exemple

Chilon le Lacédémonien a dit «Connais-toi toi-même ! ». Nous pouvons toujours spéculer sur les possibilités d'apparition de l'intelligence (et du développement de la technologie), mais pour le moment, le seul exemple que nous connaissons est l'Homme. Pourquoi cette évolution ? Qu'est-ce qui nous permet de le proclamer intelligent ?

A cette question et malgré certaines apparences on peut dire :

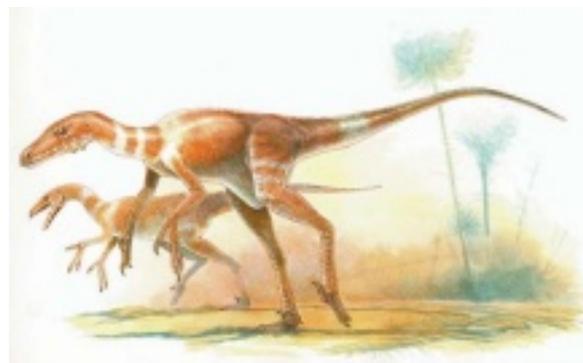
Oui, il est intelligent : Il est conscient, il a développé la technologie, les arts, les sciences. Il est curieux, sensible, amoureux, rêveur, rieur. Son agressivité, sa violence, son 'inhumanité' ne sont pas des preuves d'inintelligence. Il faut plutôt en accuser des modes de vies ou pratiques les divisant et

faisant se confronter les populations comme le nationalisme, la concurrence, la religion, l'avidité, la bêtise mais certainement et surtout aussi ses racines de prédateur et la nécessité de protection de sa famille, de son clan et la lutte pour conquérir la femelle. Cette agressivité, déplacée aujourd'hui, a été une condition sine qua non de survie pendant des centaines de milliers d'années. Elle a dû nécessairement laisser des traces.

Quant à connaître la cause de cette évolution, cette question est à poser à l'Univers lui-même, lui seul détient la réponse. Il n'est certainement pas muet, à nous de savoir l'écouter. Mais Dieu qu'il nous faudrait l'ouïe fine !

Le Troödon

Parlons d'un dinosaure de l'ordre des



Saurischiens, sous-ordre des Théropodes Tétanuriens, division des Coelurosauriens Arctrométatarsaliens de la famille des Troodontitès, en un mot ... le Troödon ! Il apparut pendant les vingt derniers millions d'années du Crétacé Supérieur mais malheureusement pour lui, il prit un sérieux coup de comète derrière la tête.

Ce svelte bipède, mesurait 3m pour 45kg, son avant bras pouvait pivoter pour saisir des objets de sa main à trois doigts. Ses yeux énormes, dirigés vers l'avant, en faisaient sans doute un redoutable prédateur nocturne vif et rusé. Mais le plus intéressant était son cerveau, d'une taille proportionnellement proche de celle des oiseaux et mammifères modernes, avec un début d'encéphalisation. Pouvons-nous spéculer sur un début d'évolution vers une augmentation de la masse du cerveau ? Cet être était bien différent des premiers dinosaures dont certains pesaient plusieurs tonnes mais dont le cerveau avait la grosseur d'une noix.

En tout cas, à l'heure où l'ordre des mammifères se résumait à de petits 'mulots'

se dissimulant dans leurs caches, ce Troödon était un bipède debout, aux mains libres et aux capacités intellectuelles dignes d'un présentateur du 'prime time'. Tout cela pouvait l'amener au développement de la parole, l'utilisation d'outils et à la conscience.

Trois bémols tout de même :

Son régime carnivore était moins performant qu'un régime omnivore.

Les scientifiques ont encore à établir si les derniers dinosaures étaient des animaux à sang chaud.

Et surtout, son sens de l'humour ne devait pas être très développé.

Par contre, il prenait soin de ses petits.

Que lui a-t-il manqué ? Grande question. Du temps, sûrement. Mais aussi autre chose sans doute. Une sorte d'étincelle ? Un coup de pouce ? De la chance ? Une opportunité ? Un hasard ? Un bon casque ?

Peut-être qu'une vie moins facile aurait favorisé une évolution vers un être plus ingénieux et débrouillard. En tout cas, l'impact d'une comète ou d'un astéroïde, il y a 65 millions d'années, nous a sans doute sauvé la mise. 75% de la biodiversité fut détruite, ce qui laissa le champ libre aux mammifères pour évoluer. Sans cette collision, peut-être serions-nous ovipares avec quelques écailles ou quelques plumes, nous, les 'troödon sapiens'. Comme quoi, à quelque chose, malheur est bon.

Pourquoi chercher la vie ?

Curieuse question !

Pas si sûr... Tout dépend du sens qu'on lui donne.

La vie nous entoure, elle est partout sur Terre, elle s'est répandue dans toutes les niches écologiques.

Qu'en faisons-nous ? Nous la détruisons ! Dans un siècle, 50% de la biodiversité aura disparue de la Terre ou sera définitivement condamnée. Cette grande extinction ne sera pas l'œuvre d'une comète, d'une époque glaciaire ou d'une canicule exceptionnelle. Cette grande extinction aura pour cause 'L'HUMANITÉ', quel drôle de nom pour un génocide !

Alors, doit-on chercher de nouvelles terres à détruire ? Doit-on chercher de nouvelles formes de vies pour les exterminer ? Les cherchons-nous pour un profit immédiat ? Pourquoi chercher la vie dans le ciel, alors que nous la piétons ?

Notre culture est sans doute responsable de notre sans gêne à l'égard des autres espèces vivantes. Pour parler de la notre, française, basée sur le christianisme, donc sur la bible, il est clairement dit (Genèse

1:26) «Faisons l'homme à notre image, selon notre ressemblance, et qu'ils tiennent dans la soumission les poissons de la mer, et les créatures volantes des cieus, et les animaux domestiques, et toute la terre, et tout animal se mouvant qui se meut sur la terre». (1:28) «remplissez la terre et soumettez-la...». Dans quelle mesure, cette culture influence-t-elle nos pensées et nos actes ? Comment s'en détacher sans tomber dans un cartésianisme inhumain ?

Nous semblons chercher ailleurs, ce que nous avons à portée de main. Nous sommes d'éternels insatisfaits. Nous devons avant tout apprendre à gérer la vie qui nous entoure et faire nos preuves. Alors nous pourrions nous lancer dans cette exploration avec sérénité et en toute sécurité... pour la vie. Nous qui sommes la pointe de la pyramide de la vie sur Terre, combien serions-nous ridicules si cette pyramide disparaissait, laissant seule une minuscule pointe au milieu du désert.

Paradoxalement, protéger la vie ne doit pas être pris pour une bonne action ou un acte de générosité, car nous devons la protéger de qui et de quoi ? De nous-mêmes ! Ce n'est donc qu'être juste. Les dernières réserves sauvages, naturelles et les derniers biotopes sont conservés comme si l'on voulait garder désespérément un petit bout de vérité, comme l'on garderait une lueur d'espoir au fond de son cachot. Ce n'est malheureusement pas faire preuve d'un pessimisme exagéré que de dire qu'il n'y a que peu d'espoir d'inverser la tendance. Un moyen très simple de se rendre compte de la popularité d'un sujet est de se rendre dans une grande librairie populaire et de mesurer la longueur de rayonnage qui lui est consacré. Pour l'écologie, c'est une véritable claque que l'on reçoit en visitant une grande librairie du centre commercial de la Part dieu (il n'y en a qu'une). Si un grand présentoir composé d'une dizaine de rayons de près d'un mètre est accordé à l'ésotérisme et un autre aux religions, un seul rayon est consacré aux 'Sciences de la Terre'... Que cela ne vous dissuade pas d'agir en votre âme et conscience. (Puisque c'est justement de la conscience qu'il est question)

Nous sommes bien fiers de nous, pour vouloir nous présenter aussi orgueilleusement devant des êtres venus d'une autre planète. Comment nous jugeraient-ils ? Comme une civilisation évoluée ou comme un chancre dévorant une planète ?

Actuellement, les programmes de recherche comme SETI ont du mal à trouver les financements nécessaires et des observatoires leur accordant du temps

d'observation. Dans notre économie de marché, ce genre de recherche débouchant sur peu d'avancées techniques et sur des résultats trop hypothétiques n'intéressent pas nos dirigeants. D'ailleurs, la nouvelle de la découverte d'une autre civilisation, hors du système solaire n'aurait aucune retombée financière. Les chercheurs impliqués dans des programmes de recherche d'intelligence extraterrestre exercent souvent cette discipline en seconde activité ou en dilettante. Il leur serait très difficile de se faire financer à temps plein sur ce sujet.

Emploie-t-on les bonnes méthodes pour tenter de rentrer en contact avec eux ?

Rappelons-nous le récit d'un explorateur de l'ouest américain dans les années 1820-21. Celui-ci raconte qu'une tribu d'indiens avait décidé de se signaler aux E.T.. Le sorcier du village plein d'intelligence et de sagesse repousse l'idée de monter sur la plus haute montagne et là de crier le plus fort possible en direction de la Lune. Non, le sorcier était plus malin et décida qu'il fallait allumer des feux, que la fumée s'élevant très haut dans le ciel, signalerait une présence. Pas bête effectivement, mais le chef du village encore plus intelligent et sage fit remarquer qu'un feu peut se déclencher accidentellement, (généralement quand on n'en a pas besoin) et donc ne prouve pas nécessairement la nature humaine de l'acte. Par contre, et là ce fut vraiment un trait de génie digne de sa fonction, il suggéra de prendre une couverture pour laisser passer la fumée de façon alternative. Un coup oui, un coup non, un coup oui, un coup non, 1, 0, 1, 0. Les E.T. étant par

essence aussi intelligents, voire à peine moins, que le grand chef, ils comprendraient le message. Hélas, aux dernières nouvelles ou relances, 2831 couvertures brûlées et toujours pas de réponse. Mais sachant que la ténacité finit toujours par payer, ils continuaient encore....

Conclusion

Hormis les modes successives d'apparition de petits bonhommes verts¹, c'est un sujet qui ne passionne pas les foules. La curiosité actuelle est plutôt un nombrilisme consistant à observer le comportement de grands enfants confinés dans un loft ou une ferme, ou bien à s'enthousiasmer pour de grands gamins jouant au ballon. Le rôle de spectateur est plus reposant. Jacques Brel a dit que la bêtise est une fainéantise de l'esprit, il y a des paroles qui garderont éternellement leur actualité.

La vie engendre la vie. La nouvelle d'une découverte d'un autre monde civilisé, la nouvelle d'un contact avec cet autre monde n'aurait certainement pas un effet de panique. Au contraire, l'humanité se verrait enfin soudée, tous du même monde, tous du même bord, prêts à parler d'une même voix. A se 'tenir bien' devant ce nouveau voisin. Tous nous réconcilier... tout nettoyer... tous un sourire aux lèvres... pour faire 'bonne figure' devant ces invités venus de si loin.

Claude FERRAND & Dominique LIVET

1 : Un million de témoignages ne fait pas une vérité scientifique. La vérité n'est pas démocratique. (Je ne sais plus qui a dit ça.)

Les questions insignifiantes que l'on se pose. Les Métaux, Alliages et Autres Composants

Quel est le rapport entre Saturne et le plomb ? Pourquoi le symbole de l'étain est-il Sn ? Voilà des questions sans importance mais qui vous encomrent l'esprit, faute de réponse. Leur perversité est dans les explications que l'on tente d'apporter. Le doigt est pris dans l'engrenage et vous vous retrouvez entouré de dictionnaires et encyclopédies pour remplir les deux pages qui suivent. Voilà donc un condensé des origines des dénominations des métaux, alliages et autres composants.

Saturne désigne le plomb pour les alchimistes. Le rapport en est la couleur blanche et froide de ces deux objets. Les physiciens modernes, découvrant de nouveaux métaux souvent créés dans leurs accélérateurs de particules, ont puisé dans les noms de planètes extérieures pour l'uranium, le neptunium et le plutonium. L'urane, oxyde d'uranium, a été découvert en même temps que Uranus. Saluons au passage notre Muse Uranie.

Les métaux et Autres Composants:

Aluminium : (Al) Du latin alumen, alun et de l'anglais alumina, terre d'alun. Utilisé depuis peu sous sa forme métallique. L'oxyde l'alumine sous sa forme cristalline, le corindon, est très dur et existe en gemmes colorées rouges, c'est le rubis, ou d'autres couleurs, c'est le saphir. L'aluminisation est le dépôt d'une fine couche d'aluminium sur nos miroirs de télescopes, par évaporation sous vide, c'est l'aluminure. Les mots aluminage et aluminé ne sont pas exacts car concernent l'alumine, ils sont à remplacer par aluminage et aluminisation.

Antimoine : (Sb) Du latin antimonium. Le Stibium latin, son minerai, est la stibine.

Argent : (Ag) Du latin argentum, métal mais aussi monnaie et richesse. Existe à l'état natif comme l'or et le cuivre. Allié à l'or il donne l'électrum. Traité avec du mercure, c'est un amalgame. La forme colloïdale est utilisée en pharmacie sous le nom de collargol, j'avais toujours pensé que c'était un personnage de dessins animés.

Azote : (N) a privatif et gr. zoé ; la vie. Donc un gaz sans vie. Appelé nitrium dans d'autres pays. La racine des nitrates ou nitrures vient du grec latinisé nitrum qui désignait le salpêtre (nitrate de potassium).

Cobalt : (Co) Vient sans doute de l'allemand Kobold, qui désigne un vilain génie, à cause de la difficulté à travailler ce métal.

Cuivre : (Cu) Du latin cyprium, métal de l'Ile de chypre. Existant à l'état natif, il fut un des premiers métaux employés par l'homme. La cuprite, oxyde de cuivre, donna la racine cupro utilisée pour les alliages comme le cuproplomb par exemple.

Etain : (Sn) Anciennement estain. Le symbole chimique vient de son nom latin Stagnum. C'est lui qui donne le tain d'une glace. Le fer blanc désigne le cuivre ou le fer étamé utilisé pour les ustensiles de cuisine.

Fer : (Fe) du latin ferrum, rien à dire si ce n'est les diverses expressions qui l'évoquent. Battre le fer, par le fer, ferrer, homme de fer etc.

Lithium : (Li) Du grec lithios, pierre. Découvert dans un silicate d'aluminium naturel, son nom rappelle son origine minérale.

Magnésium : (Mg) Du latin magnesia, pierre brillante, lui-même de magnes, pierre d'aimant. La ville Ionienne de Magnésia était connue pour sa poudre blanche appelée magnésie (oxyde ou hydroxyde de magnésium). Très léger, il brûle à l'air avec une flamme éblouissante.

Manganèse : (Mn) Confondu avec le magnésium, son nom, de l'italien manganese dérivé de magnesia, en est une anagramme approximative. C'est un facteur de croissance efficace qui intervient dans la constitution des molécules d'oxydases cellulaires. Etonnant... Non ?

Mercure : (Hg) ou vif-argent. Le symbole chimique ne vient pas du fait que **Hermès** était **Grec**, mais du nom donné à ce métal ressemblant à l'argent et coulant comme de l'eau (Hudôr Arguros en grec). Métal aussi mobile que le messenger des Dieux. Donne une maladie nommée Hydrargyrisme. On appelle cinabre le sulfure naturel de mercure.

Nickel : (Ni) De l'allemand Kupfer Nickel, sulfure de nickel. Abondant dans les météorites. On dit qu'ils ont les pieds nickelés, les fainéants ne bougeant pas de peur de salir leurs chaussures brillantes.

Or : (Au) du latin Aurum. L'abréviation aurait pu être 'Or', cela aurait été plus simple. La propension de l'or à se trouver naturellement à l'état métallique en fait probablement le premier métal à être utilisé par l'homme... et la femme par la suite. Les alchimistes savaient le dissoudre dans l'eau

régale, composée d'un quart d'acide nitrique (eau forte) et trois quarts d'acide chlorhydrique. Clinquant vient du vieux français clinquer, faire du bruit. Il désigne une fine lamelle d'or ou d'argent brillant beaucoup pour peu de matière. (Beaucoup de bruit pour rien)

Phosphore : (P) Du grec PhôsPhoros, qui porte la lumière. Il émet de la lumière par lente oxydation. Il est à l'origine des idées lumineuses.

Platine : (Pt) De l'espagnol platina car ramené par eux d'Amérique du sud où il était connu de longue date. Utilisé pour le traitement de surface de certaines vis (platinées) et des blondes du même nom. Allié à 10% d'iridium il pourrait servir à la fabrication d'étalons de mesure... Appelez-moi mètre !

Plomb : (Pb) On a failli le sauter ! Du latin Plumbum. Pesant, il symbolise tout ce qui a de la lourdeur (pas ce texte, je l'espère). Le sulfure de plomb, la galène, est un semi-conducteur naturel. Aussi appelé saturne.

Potassium : (K) Abréviation de l'allemand Kalium. Le nom français vient de l'allemand Potasche, cendre de pot. (Potasse K₂CO₃). Son nom quali en arabe donna alcalin car il est très réducteur.

Sodium : (Na) de l'arabe soda, rien à voir avec une boisson gazeuse... Mais si... c'est la soude (Carbonate disodique) qui donne cette eau gazeuse, en anglais soda water. (La soude est plus exactement l'hydroxyde de sodium).

L'abréviation vient de l'allemand natrium.

Titane : (Ti) C'est à sa couleur blanche qu'il doit son nom, dérivé du grec titanos, le plâtre. Le rutile est l'oxyde naturel de titane de couleur rouge.

Zinc : (Zn) De l'allemand zink dérivé de zinn, l'étain. Métal qui recouvre le comptoir des débits de boissons entre autres. Un métal galvanisé (du savant italien Galvani) est recouvert de zinc par galvanoplastie (électrolyse).

Les alliages :

Acier : Fer et jusqu'à 2% de carbone.

Alun : Sulfate double d'un métal alcalin (potassium etc.) et d'un métal trivalent (Fer, aluminium etc.).

Bronze : Aussi nommé **airain**, est un alliage de cuivre et jusqu'à 30% d'étain.

Electrum : Argent et Or, se trouve à l'état naturel.

Fonte : Fer et 2 à 5% de carbone.

Laiton : Cuivre et jusqu'à 46% de zinc.

Orichalque : gr. Oros montagne et khalkos airain. Alliage de cuivre et d'étain naturel (bronze) dans lequel étaient frappées des pièces de monnaies romaines.

Vermeil : Argent doré.

Claude FERRAND

MAX KARL ERNST LUDWIG PLANCK

Il est toujours agréable de donner à un être qui a vécu un petit relais dans le temps.

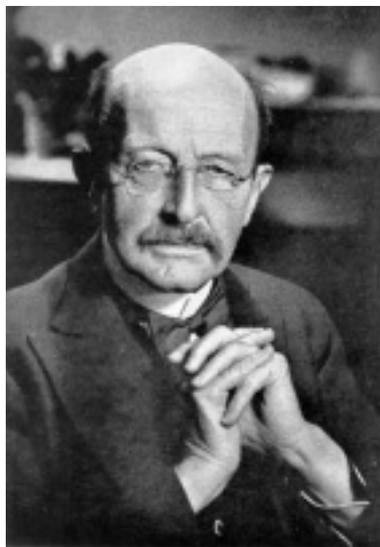
Marguerite YOURCENAR

Souvent les grands personnages (c'est-à-dire ceux que nous jugeons dignes d'intérêt selon des critères qui nous sont propres) nous sont assez mal connus en tant qu'individus. Par exemple pour nombre de personnes, Planck c'est un mur, Schrödinger un chat, Einstein la bombe, l'abbé Lemaître une soutane, Gamow un jovial embonpoint, Hubble un télescope etc etc. Pourtant ils ont fait progresser la science à un point tel qu'il est impossible de ne pas les imaginer dans l'interminable couloir de la philosophie, hésitant devant des centaines de

portes entrebâillées. Lesquelles ont-ils poussées ? Si pour Schrödinger et Einstein grâce à leurs écrits on peut se faire une idée, nous allons voir que pour Planck c'est plus difficile.

Sixième venu à l'intérieur du couple Wilhelm Johann Julius Planck et de Emma, le petit Max voit le jour le 23 avril 1858 à Kiel en Allemagne, à l'époque, impériale. Son père est professeur de jurisprudence alors que son grand père et son arrière grand père paternels étaient professeur de théologie.

Une ambiance familiale qui devait laisser peu de place aux plaisanteries grivoises. Toutes les photographies de Max Planck nous laissent entrevoir un être sérieux, voire austère. Aucun cliché où il tire la langue... Il se qualifie lui-même de calme et peu enclin aux aventures incertaines. A l'école, il sera comme beaucoup de futurs génies, un bon élève, mais pas le meilleur. Il serait d'ailleurs intéressant de savoir ce que sont devenus ceux qui le précédaient. Il se maintiendra néanmoins toujours parmi les premiers et ce dans toutes les disciplines. Elève du Maximilian-Gymnasium de Munich, il eut comme professeur Hermann Muller qui enseignait les mathématiques. D'après Max Planck, celui-ci était doué d'un esprit vif et d'un sens aigu de l'humour, et était maître dans l'art de faire voir et de faire comprendre à ses élèves la signification des lois physiques, au moyen d'exemples frappants. Mais laissons lui la parole... *C'est ainsi que mon esprit absorba avidement, telle une révélation, la première loi que je sus posséder une validité absolue, universelle, indépendamment de toute entremise humaine : le principe de la conservation de l'énergie. Je n'oublierai jamais l'histoire pittoresque que nous raconta Muller, en pleine forme, du maçon montant avec beaucoup de peine un*



pesant bloc de pierre sur le toit d'une maison. Le travail qu'il accomplit de la sorte ne sera pas perdu ; il demeure en réserve, pendant de nombreuses années peut être, entier et caché dans le bloc de pierre, jusqu'à ce qu'un jour ce bloc se détache peut être et tombe sur la tête d'un passant.

En 1878, donc à 20 ans, il rédige en 4 mois sa thèse de doctorat sur la thermodynamique. En 1879, nouveau travail sur les lois de conservation de l'énergie et sur l'orientation du temps qui en définissant une quantité, l'entropie, ne pouvait qu'augmenter au cours des transformations. Il y combat aussi la définition alors en vigueur de l'irréversibilité définie à l'époque comme un processus qui ne peut avoir lieu dans la direction opposée. Cette formulation est pour lui insuffisante, car dit-il, il est tout à fait possible de concevoir qu'un processus, qui ne peut avoir lieu dans la direction contraire, puisse par quelque moyen être complètement inversé. Intéressant non ? Enfin en 1880 sa thèse d'habilitation sera consacrée aux états

d'équilibre des corps isotropes. Rien qui puisse déclencher l'hilarité... Planck trop jeune, trop en avance, bousculant des principes bien établis, ses professeurs y attachèrent peu d'importance. Ces réactions ne sont pas, sans rappeler celles que dû essayer Evariste Galois. Mais nonobstant, il décroche en 1885 un poste à l'université de Kiel comme professeur assistant de physique théorique, domaine où les places étaient rares. Heureusement pour la science, la machine était lancée. Sentimentalement parlant, c'est le 31 Mars 1887 que sa vie bascule lorsqu'il épouse Marie Merck. Le couple aura quatre enfants : L'aîné Karl, deux jumelles Emma et Greta, et le dernier Erwin. Tous auront des destins tragiques mais leur mère ne le saura jamais.

Pendant une dizaine d'années, Max Planck vivra ses meilleurs moments. Sa vie de famille se déroulera sans heurts et il progressera dans sa vie professionnelle. En 1889 il devient professeur assistant à l'université de Berlin et en 1892 professeur ordinaire. En 1893 il publie **La fondation de la thermochimie générale**. 1894 sera l'année qui le verra entrer à l'académie des sciences de Berlin. En 1897 c'est la première publication de : **Cours de thermodynamique**. 1900 inaugurera les débuts de la fameuse théorie des quanta. Il

en profite cette année-là pour refuser à la science le monopole de la vérité. Il regrette que des gens qui ne sont pas familiarisés avec cette science pensent que nous serons bientôt à même non seulement de pénétrer la constitution interne des atomes, mais aussi de contrôler les lois de la vie spirituelle avec de simples formules de physique. Or, dit-il, rien ne pouvait faire affirmer une telle chose, bien au contraire... **Leçons sur la théorie du rayonnement thermique et Contribution à la dynamique des systèmes** seront publiées respectivement en 1906 et 1907.

C'est le 17 octobre 1909 que Marie le quitte pour un monde dit meilleur. Ce sera pour lui le premier drame d'une longue série.

1910 verra sa polémique avec Mach (1838-1916 ... duel de génération ?) à son apogée. Celle-ci atteint des subtilités de la philosophie difficiles à appréhender pour le commun des mortels (dont l'auteur). Globalement Mach reprochait les métaphores religieuses et la religion atomiste de Planck qui, écrivait-il ... *à l'image de toutes les*

autres, reposait sur le préjugé et l'ignorance. Dans le cas de Planck, le préjugé consistait à faire reposer la vision du monde sur la seule physique, et l'ignorance à faire du prosélytisme avec une connaissance insuffisante des enjeux épistémologiques. Réponse de Planck : Naturellement, je préférerais éviter tout ce qui pourrait blesser personnellement le digne vieillard (c'était gentil....). Mais il est temps que je m'insurge contre sa théorie antimétaphysique. Je le dois à mes propres convictions. Dans un souci d'apaisement Einstein écrivit à Mach : Vous avez si fortement marqué de votre influence les conceptions épistémologiques de la jeune génération de physiciens que les physiciens actifs d'il y a quelques décades, tous de votre côté, auraient vraisemblablement encore considéré vos opposants d'aujourd'hui, tel Planck, comme l'un de vos partisans.

Deux événements majeurs marqueront 1911 : l'un sentimental, il se remarie avec Marga von Hoesslin, l'autre professionnel : il participe au premier congrès de physique de Solvay consacré aux problèmes des quanta.

Puis c'est 1914 avec le 1^{er} août le début de la première guerre mondiale et le 4 octobre le fameux **Appel aux peuples civilisés du monde**, (voir le texte en fin d'article). Planck l'a signé. Pourquoi ? Il est très difficile de répondre à cette question car il y a plusieurs hypothèses. La première serait qu'il ait agit par patriotisme car c'était un homme de devoir, respectueux des institutions. La deuxième voudrait qu'il ait signé un peu vite alors que le texte n'était pas définitivement élaboré. La troisième qu'il se serait, en quelque sorte, fait entraîner par la réputation d'autres signataires ; ces deux dernières étant plus difficile à admettre quand on connaît le caractère réfléchi de Planck. Quelles que furent ses motivations, il faut reconnaître que ce fut sa signature la plus lourde de conséquence, tout au moins sur le plan moral.

Le 21 février 1916 débute ce qu'il faut bien appeler le carnage de Verdun (appel aux peuples civilisés....) Karl, son fils aîné est engagé dans la bataille. Son père avait tendance à le sous-estimer car il n'avait pas eu vraiment de but dans la vie, vivant au jour le jour, au gré des événements. Son engagement militaire, ses blessures qui entraîneront sa mort, le font réfléchir sur ses sentiments. Mais un peu tard. *Sans la guerre, écrit-il, je n'aurais jamais reconnu sa valeur, et maintenant que je la connais, il me faut la perdre.* Il est étonnant qu'une personne comme Planck n'ait pas su que lorsque la

grande faucheuse est passée, il est tard pour avoir des remords.

En 1917, il vivra un nouveau drame, que même la sensibilité tourmenté d'Emily Brontë, aurait eu du mal à imaginer. Acte I : Une de ses filles, Greta, avait épousé Ferdinand Fehling professeur à Heidelberg. Mais le sort voulut qu'elle mourut une semaine après son accouchement. Acte II : Emma sa sœur jumelle, n'écoutant que son cœur, vint s'occuper de l'enfant. Puis probablement de son père puisque en janvier 1919, elle épouse son beau-frère et à la fin de l'année elle meurt à son tour après avoir mis au monde un autre enfant. Les deux sœurs jumelles au destin identique, reposent côte à côte dans le cimetière de Grünewald. Einstein écrivit à cette occasion : *Les malheurs de Planck me brisent le cœur. Je n'ai pas pu retenir mes larmes quand je l'ai vu... Il se tenait droit et se montrait extraordinaire de courage, mais on pouvait le sentir miné par la douleur. Ce père accablé par le destin, et on le comprend aisément, eut beaucoup de mal à refaire surface. Les petites filles (car bien entendu les deux enfants étaient du même sexe) prirent le prénom de leur mère respective. Emma fit de la musique et Gréta de la physique. Planck s'occupa d'elles, notamment de leur éducation et cela l'aida à surmonter cette épreuve, mais, pour autant, il n'était pas au bout de ses peines... Au milieu de toutes ses tourmentes on lui attribue le prix Nobel de physique pour sa théorie des quanta. Il fera le voyage à Stockholm en 1920.*

Dans les années qui suivent, la science va progresser mais un mal insidieux aussi : le nazisme. Souvenez vous, en 1925 un ancien peintre en bâtiment publie Mein Kampf. L'année précédente c'était **Mécanique ondulatoire** de Louis de Broglie. En 1930 on peut se procurer **Introduction à la théorie de la chaleur** de Planck, en même temps que l'on assiste à la victoire du parti nazi aux élections Allemande. En 1933, on incendie le Reichstag et Hitler a les pleins pouvoirs mais vous pouviez aussi lire pour la première fois **Les voies de la connaissance physique** toujours de Planck. 1934 verra la nuit des longs couteaux et Adolf est promu Reichsführer pendant que Fermi produit des éléments transuraniens et que Chadwick découvre le neutron. Le nazisme poursuit inexorablement sa progression et Max Planck fait une conférence sur **Science et religion** qui sera un peu son testament spirituel. Le 3 septembre 1939 c'est la déclaration de guerre alors qu'un peu avant, Einstein, Szilard, Teller, et Wigner ont écrit au président Roosevelt pour le mettre en garde sur les dangers de la fission nucléaire

utilisée à des fins militaires.

Il faut mettre au crédit de M. Planck son intervention faite directement auprès d'Hitler, en faveur d'un savant israélite, le chimiste Haber. Malheureusement la réponse de celui-ci fut sans indulgence. En guise de conclusion le führer lui dit : *Ne pensez pas que j'ai les nerfs assez faibles pour me laisser détourner de mon but grandiose par d'aussi mesquines considérations. Tout sera exécuté jusqu'au bout.* La suite des événements allait prouver que même M. Planck n'allait pas être épargné.

La guerre le frappera durement encore deux fois. Sa maison de Grünwald sera bombardée entraînant la disparition de sa vaste bibliothèque, de son journal et de toutes ses archives. Ceux qui parmi vous aiment les livres, comprendront. Plus grave en 1945, Erwin son fils rescapé, est jugé coupable de complicité dans l'attentat contre Hitler. Cet attentat qui eut lieu en juillet 1944 avait été fomenté par des officiers de l'armée Allemande, Rommel en tête. La bombe du colonel Klaus von Stauffenberg n'a fait que crever les tympans et égratigné le führer mais a produit chez lui un choc nerveux qui ne le quittera plus, avec des tremblements du bras et des crises de fureur démentes. Il n'avait pas les nerfs aussi solides que cela... Il est difficile de savoir quel rôle exact a joué Erwin Planck car il ne figure pas parmi les principaux accusés. Il est néanmoins condamné à mort et exécuté. Ce sera pour son père, qui était très proche de lui, une épreuve terrible. Des hommes de main, sans visage et sans âme,

cette espèce d'hommes que Planck ne pouvait atteindre, avaient tué son fils. Il écrit à cette occasion : *Ma douleur est inexprimable. Il était une partie de moi-même. Il était mon soleil, ma fierté, mon espoir. Il n'y a pas de mots pour exprimer ce que je perds avec lui.*

En 1946 ce sera sa dernière conférence intitulée : **les faux problèmes de la science**. Il y traite entre autre du mouvement perpétuel (faux problème) et de l'alchimie qui n'en sera plus un le jour où l'on réussira à arracher un proton au noyau de l'atome de mercure et un électron à sa périphérie. Il avait raison : ce fut réalisé en 1949 à Chicago par le physicien américain Dempster. Un chapitre entier est aussi consacré aux rapports du corps et de l'esprit.

Le 4 octobre 1947 son cœur, d'une façon apparemment irréversible, décide de s'arrêter. Cœur, il faut le reconnaître, qui avait été durement sollicité... C'est Max von Laue, (prix Nobel de physique 1914) qui fut son élève avant de devenir son gendre, qui prononcera son éloge funèbre le 7 octobre en l'église des Albani de Goettingue. Nous lui laisserons le mot de la fin : *... Et voici une couronne toute simple, sans le moindre ruban. Elle fut placée ici par moi-même au nom de tous ses élèves, parmi lesquels je me range, comme un périssable témoignage de notre affection et de notre reconnaissance, l'une et l'autre impérissables.*

Dominique LIVET

Merci à : John L Heilbron pour **Planck une conscience déchirée** Edition Belin
André George pour **Autobiographie scientifique et derniers écrits**
Edition Flammarion
Librairie Jules Tallandier pour **Le journal de la France**

APPEL AU PEUPLES CIVILISES DU MONDE

Nous soussignés protestons solennellement en tant que représentants de la Science et de l'art en Allemagne, devant l'ensemble du monde culturel, contre les mensonges et les calomnies dont nos ennemis usent pour tenter de salir la cause pure de l'Allemagne dans le dur combat qu'elle mène, contrainte et forcée, pour son existence. Le cours implacable des événements s'est chargé de réfuter les rumeurs mensongères

colportées à l'encontre de l'Allemagne selon lesquelles elle aurait subi des défaites. Aussi ne s'en active-t-on maintenant qu'avec plus d'ardeur à altérer la réalité et à jeter sur nous la suspicion. Voilà ce contre quoi nous élevons notre voix. Elle doit proclamer hautement la vérité.

Il n'est pas vrai que l'Allemagne porte la faute de cette guerre. Ni le peuple, ni le gouvernement, ni l'empereur ne l'ont jamais

voulue. Du côté allemand, on a tenté l'impossible pour en détourner la menace. Des documents authentiques sont là pour le prouver à la face du monde. En vingt six années de règne, l'empereur Guillaume II s'est maintes fois posé en défenseur de la paix mondiale. Maintes fois nos ennemis eux-mêmes l'ont reconnu. Oui, cet empereur que d'aucuns osent maintenant comparer à Attila a été pendant des décennies l'objet des railleries de ces mêmes personnes à cause de son inébranlable pacifisme. Il a fallu attendre qu'une superpuissance depuis longtemps en embuscade à nos frontières s'abatte de trois côtés sur notre peuple pour que celui-ci se dresse comme un seul homme.

Il n'est pas vrai que nous ayons, tels des criminels, violé la neutralité de la Belgique. Nous avons la preuve que les Français et les Anglais étaient décidés à le faire avec l'accord des Belges. Il aurait été suicidaire de ne pas les devancer.

Il n'est pas vrai que nos soldats aient porté atteinte à la vie ou aux biens d'un seul citoyen belge, sans que ce soit sous la plus amère des contraintes, celle de se défendre. Car la population n'a eu de cesse, en dépit de nos avertissements, de tirer traîtreusement sur eux, de mutiler des blessés, d'assassiner des médecins dans l'exercice de leur œuvre de bons samaritains. On ne peut pas plus bassement tronquer la vérité qu'en passant sous silence les crimes de ces meurtriers et en imputant à crime aux Allemands le juste châtement qui leur a été infligé.

Il n'est pas vrai que nos troupes se soient brutalement déchaînées contre Louvain. C'est le cœur lourd qu'elles ont dû, en bombardant une partie de la ville, user de représailles contre une population déchaînée qui les avait assaillies dans leur campement. La plus grande partie de la ville a été épargnée. Le célèbre Hôtel de ville est totalement intact. Nos soldats, au péril de leur vie, l'ont protégé des flammes. Si, dans cette effroyable guerre, des œuvres d'art ont été détruites ou devaient l'être encore, tout Allemand le déplorera. Mais pas plus que nous

ne nous laisserons dépasser par quiconque dans notre amour de l'art, pas plus nous ne sommes décidés à payer du prix d'une défaite la préservation d'une œuvre d'art.

Il n'est pas vrai que notre tactique militaire porte atteinte au droit des peuples. Nos soldats ne commettent ni actes d'indiscipline, ni cruautés. Mais à l'est, le sang d'enfants et de femmes massacrés par les hordes Russes, abreuve notre sol, et à l'ouest les balles dum dum explosives déchirent la poitrine de nos guerriers. A quel titre s'arrogeraient-ils le droit de se comporter en défenseurs de la civilisation, ceux-la mêmes qui se sont alliés aux Russes et aux serbes et offrent au monde ce honteux spectacle de lâcher sur la race blanche des Mongols et des nègres ?

Il n'est pas vrai que la lutte contre notre soi-disant militarisme ne soit pas dirigée contre notre culture, comme le prétendent hypocritement nos ennemis. Sans le militarisme allemand, la culture allemande serait éliminée de la planète. C'est pour la protéger que le militarisme est né dans notre pays qui a été, pendant des siècles, la proie d'invasions dévastatrices. L'armée allemande et le peuple allemand ne font qu'un. Ce sentiment unit aujourd'hui dans la fraternité 70 millions d'Allemands, sans distinction de culture, de classe ni de parti.

Nous ne pouvons pas arracher à nos ennemis les armes empoisonnées du mensonge. Nous ne pouvons que clamer hautement à la face du monde qu'ils rendent de faux témoignages contre nous. Mais à vous qui nous connaissez, à vous qui avez jusqu'ici été avec nous les gardiens du patrimoine suprême de l'humanité, nous crions : croyez-nous, croyez que nous irons au bout de ce combat comme un peuple de culture, à qui l'héritage d'un Goethe, d'un Beethoven, d'un Kant est aussi sacré que son sol et son foyer.

Nous nous en portons garants de notre nom et de notre honneur.

Suivent les signatures de 17 artistes, 15 scientifiques (dont Max Planck) 12 théologiens, 9 poètes, 7 juristes, 7 médecins, 7 historiens, 5 historiens de l'art, 4 philosophes, 3 musiciens, 2 hommes politiques, 1 homme de théâtre.

Il faut avouer que pour un pays qui revendique 70 millions d'âmes et malgré la notoriété de certains signataires, cette liste fait plutôt penser à Prévert....



ECLIPSE TOTALE DU 29 MARS 2006 AU NIGER

La responsable du groupe Niger en compagnie du ministre du tourisme et du ministre de la communication

Une semaine seulement est prévue pour ce voyage. C'est court, très court pour traverser le Ténéré, mais parmi ceux qui travaillent certains n'ont plus de vacances, d'autres viennent de très loin. Il faut faire avec et on le fera.

On le fera grâce à «Expéditions Ténéré Voyage» et son chef Bakri Haballa.

Tout le monde est déjà à Paris le vendredi soir 24 mars, le départ étant prévu à 4 heures le matin du samedi 25.

Après 4 heures 55 de vol au-dessus de l'Espagne et du Sahara algérien, c'est le Niger qui s'offre à nos regards.

Premiers pas sur le sol d'Agadez où Bakri et ses 4x4 nous attendent. Le soleil est là bien évidemment. Il fait chaud mais pas trop. Une collation agréable et rapide, distribution de chèvres, tandis que les préparatifs du raid vont bon train. Vers 15 heures tout est prêt et on peut prendre le grand départ.

Les 4x4 se suivent tout d'abord sur la petite route goudronnée qui file vers Zinder. Petit problème avec la police qui semble vouloir «rançonner» notre organisateur. Discussion forte et animée puis tout finit bien. On ne suivra cette route que peu de temps avant de bifurquer à gauche dans le sable et là, le vrai désert commence.

Petit village de huttes, tentes de toile au bord de la piste où l'on peut acheter un peu du nécessaire, puis on quitte la piste lorsque les premières dunes sont en vue. Dunes que les voitures franchissent allègrement pour le grand bonheur des passagers pour qui c'est le baptême du sable.

Et voici le premier campement à la belle étoile. Le camion qui nous suit apporte les matelas et la nourriture. Chacun choisit son emplacement, installe son matelas, prépare son duvet.

Tandis que les cuisiniers s'activent, nous avons tout le temps pour une première promenade dans le sable. Pour certains, c'est l'escalade d'une falaise qui domine la plaine,

pour d'autres les premiers pas dans le sable, à l'assaut de la dune.

Pour cette première nuit pourtant si belle et si étoilée, la fatigue de cette longue journée ne nous permettra pas d'installer notre télescope. Cependant, dès le repas pris, nous consacrerons tous un peu de temps à chercher et à reconnaître les constellations. Le sommeil bienfaisant nous gagnera bien vite.

Premier réveil dans le désert, premier émerveillement au soleil levant. Café chaud, petits pains cuits dans le sable, confiture, nous restaurons et la troupe s'ébranle, toujours hors piste et il en sera ainsi jusqu'au bout.

Quelques voitures vont trop vite, il nous faut les retrouver. Courte visite aux gravures rupestres de la falaise de Tiguidit et rendez-vous au puits d'Oufagadou, en direction de l'Arbre du Ténéré que nous n'atteindrons pas ce soir. Il fait déjà presque nuit lorsque nous nous arrêtons, en avant d'une zone de petites touffes d'arbustes et hautes herbes sèches, près desquelles il nous est déconseillé de dormir car elles sont sensées servir de refuge aux serpents et lézards. Les «lits» seront donc placés un peu en avant.

Pour cette deuxième nuit dans le désert, le ciel est somptueux de clarté et de luminosité. Nous, habitués à la pollution lumineuse de nos régions, nous n'en croyons pas nos yeux. Le télescope est bien vite installé. Nous sommes encore dans l'hémisphère nord, cependant la plupart des constellations de l'hémisphère sud sont visibles. Basse sur l'horizon sud nous découvrons la Croix du Sud. Pour certains d'entre nous c'est une grande première. Oméga du Centaure brille de tous ses feux. La constellation si brillante de la Carène nous éblouit. On peut même admirer la Boîte à Bijoux tout près de la Croix du Sud.

En début de nuit la Voix Lactée est claire et belle, comme nous la voyons dans notre hémisphère dans les meilleures

conditions, mais dans la deuxième moitié de la nuit, c'est un éblouissement tel que certains pensent qu'il s'agit là d'une bande de nuages blancs traversant le ciel. Il faut des jumelles pour se rendre compte que ce que l'on prend pour des nuages, ne sont que des dizaines de milliers d'étoiles, très serrées, formant la tranche de notre galaxie. Une merveille. Le clou de cette deuxième partie de nuit est la constellation du Scorpion, qu'on découvre ici en entier, haute sur l'horizon et tout à côté les nombreuses et splendides nébuleuses et galaxies du Sagittaire.

Durant cette inoubliable soirée, nous partageons notre temps entre l'observation du ciel et la visite autour du feu où les cuisiniers préparent le thé que l'on déguste au son de la guitare d'Assadeck qui joue admirablement.

Le réveil se fait dans la bonne humeur. Le temps de déjeuner et de ranger le campement, un petit vent d'est se lève, entraînant vers nous de petits ruisseaux de sable. Un peu inquiétant!

Départ en direction de l'Arbre du Ténééré, qui d'ailleurs n'est plus un arbre mais un simple pylône depuis qu'un camion libyen, il y a une vingtaine d'années, a arraché le splendide acacia radiana qui avait grandi là et qu'on n'a jamais pu remplacer. Plus la matinée avance, plus le vent de sable augmente. Cela n'empêche pas Bakri de nous conduire tout droit face à l'Arbre, malgré le manque certain de visibilité.

Petit arrêt pour les photos et le regroupement des voitures. Le vent jette le sable, le désert est blanc de poussière de sable, le ciel est blanchâtre, mais il faut partir en direction de Fachi que nous n'atteindrons pas avant la nuit.

Rencontre avec une voiture contenant 2 passagères et leur chauffeur, complètement égarés, sans téléphone, sans nourriture et presque sans eau, pour lesquels nous faisons figure de "sauveurs". La voiture se joindra à notre groupe jusqu'au bout.

Vers le soir, le vent tombe pour finalement disparaître complètement lorsque nous installons le camp au pied d'un cordon de dunes, dans l'abri d'une barcane en formation.

Nous montons le télescope. La nuit sera encore magnifique, peut-être un peu moins lumineuse que celle d'hier. Deviendrons-nous

difficiles?

Après le départ, vers 7 h 30 le temps reste beau un moment puis les ruisseaux de sable se dirigent à nouveau vers nous, plus serrés à mesure que le vent se lève. Nouveau vent de sable qui ne se calmera qu'à la mi-journée. Les falaises de Fachi sont enfin en vue. Court contrôle de police à l'entrée de l'oasis lors de notre arrivée. Nous pouvons enfin prendre un peu de repos et nous restaurer à l'ombre d'un immense acacia sous lequel il nous faut tout d'abord balayer les longues épines. Repas suivi d'une lente mise en route. Problème avec le camion qui a perdu le tuyau nécessaire pour le transfert de carburant, du bidon de réserve, dans le réservoir des voitures. Tout le monde enfin s'ébranle. Le camion et un 4x4 doivent s'attendre et ne pas se perdre de vue. Consigne qui, on le verra plus tard, ne sera pas suivie.

Plusieurs cordons de dunes sont à franchir, occasionnant de nombreux ensablements. Les chauffeurs de même que tout le personnel touareg fait vraiment merveille, courant de l'un à l'autre avec les plaques de

désensablage et ce, sous un soleil de feu.

Nous rencontrons les voitures d'autres agences encore plus en difficultés que les nôtres dans ce sable mou de l'après-midi, où la valeur du chauffeur est primordiale.

Une de nos voitures tombe en panne d'embrayage et nous devons laisser le mécanicien et un chauffeur pour effectuer, dans le sable, le changement de disque d'embrayage. On a peine à y croire et pourtant ce fut fait et au retour, nous retrouvâmes chauffeur et voiture à Fachi, les deux en parfait état.

Une autre voiture tombe en panne de boîte à vitesse : réparation dans le sable. Une troisième casse une lame maîtresse de suspension. Qu'à cela ne tienne : un morceau de branche d'acacia et une sangle feront l'affaire et le 4x4 finira sans problème le reste du voyage. Dès qu'une voiture manque à l'appel, celle conduite par Bakri part en arrière à sa recherche et à son aide.

Le clou sera remporté par la voiture pick up conduite de main de maître par Abdallah qui, malgré le pont 4x4 cassé dès le départ fera, sans trop d'ensablement, la



traversée aller/retour du Ténére. Quel conducteur !

Le soleil commence à baisser et toujours pas de camion en vue. Nous suivons longtemps ses traces avant de les perdre et de renoncer à la poursuite pour aujourd'hui.

Nous attendons un moment avant de décider de continuer vers le campement des Suisses (affrétés aussi par Bakri) qui disposent de vivres qui nous feraient défaut sans notre camion. Il faut pour cela rouler de nuit. Une expérience nouvelle pour nous tous. Nous avançons entre deux cordons de dunes, sur une surface à peu près plane, large et sans grandes difficultés. L'impression est cependant étrange. Les phares n'éclairent que l'avant et nous avons l'impression de rouler sur une voie assez étroite avec des bas-côtés tout proches à droite et à gauche (et pourquoi pas des arbres ! L'illusion va parfois jusque là), alors que l'espace où nous roulons permettrait à 6 ou 7 voitures de rouler de front, sans aucun problème.

Nous ne mettrons pas très longtemps avant d'arriver à proximité du campement des Suisses et là, le problème de la nourriture sera résolu pour ce soir. Nous n'aurons pas de matelas mais le sable fera l'affaire.

Toute la journée, le Chef de l'expédition de la SAF, vrai professionnel lui, fait et refait ses calculs de façon à nous trouver, au moment de l'éclipse, juste à l'endroit précis où la durée de l'éclipse sera la plus longue. Ce fut l'angoisse du jour qui accentuait la pression. Mais n'étions nous pas venus ici pour cela ?

Nous n'avons plus le temps d'avancer et nous nous préparons à rester au sud de ce cordon de dunes jusqu'au lendemain matin, jour fatidique de l'éclipse. L'emplacement est bon, rien ne nous empêchera de jouir du spectacle. C'est sous une nuit très étoilée que nous nous endormons tous, confiants.

Vers 3 h 30 du matin, nous sommes quelques uns à nous réveiller et à ouvrir les yeux pensant contempler, comme chaque nuit entre 2 sommeils, la voûte étoilée et le Scorpion au-dessus de nous et, horreur... Nous avons peine à le croire, pas une étoile ! Juste un ciel sombre, noir, qui nous recouvre tel un couvercle effrayant. Que dire, que faire ! c'est le désespoir total. Venir de si loin, avoir franchi tous ces obstacles et ne pas voir l'éclipse ! On n'ose même pas y penser ! Plusieurs se lèvent, questionnent, mais que faire sinon attendre. Peu à peu le ciel s'éclaircit mais toujours pas une étoile. Le noir qui nous recouvre pâlit et vers 7 h 30, sans que l'on devine à l'est le soleil levant qui nous émerveillait les jours précédents, le ciel au zénith semble bleuir en même que l'espoir

renaît. Puis, très vite, tout s'éclaire, le soleil apparaît et le bonheur avec.

Bakri à qui nous faisons part des craintes que nous venons de vivre, nous explique qu'il s'est agi là d'un phénomène courant à la suite d'un vent de sable. L'air chaud qui s'élève du sol entraîne avec lui les fines particules de sable et forme ce couvercle qui se dissout avec le jour.

Petit déjeuner dans la bonne humeur. Le camion n'est toujours pas là mais qu'importe, tout le monde se prépare pour le spectacle. Qui avec un ordinateur, qui avec des appareils photos, des jumelles ou de simples lunettes et lorsque vers 9 h 15 on entend «premier contact» tout le monde est prêt à l'emplacement choisi par chaque groupe.

La lune poursuit son avancée et grignote peu à peu notre soleil. Tous les yeux, protégés, sont braqués. Le disque devient noir et seuls apparaissent les grains de baily, puis le diamant et, d'un seul coup la couronne solaire semble exploser. On peut quitter les verres protecteurs. Fabuleux, féérique ! les mots manquent pour décrire ce soleil noir entouré de sa couronne brillante. Même ceux qui ont déjà eu la chance de vivre cet instant, ressentent ce bonheur inouï, intense. On voudrait que cela dure, dure, mais on sait bien que ce pur bonheur finira vite. 4 minutes c'est vite passé ! Mais quelles minutes ! On reste pétrifié. Lorsqu'un fin filet de lumière solaire réapparaît, c'est l'explosion de joie. On applaudit, on s'embrasse, on pleure. C'est l'émotion totale, incontrôlable. On a vu le soleil noir ! Puis peu à peu, la lune s'éloigne et le soleil réapparaît. On continue de photographier mais l'enthousiasme est retombé et dès le dernier contact, on range un peu tristement tout le matériel. La prochaine éclipse, à laquelle on pense inmanquablement aura lieu loin, très loin.

Pieds nus dans le sable chaud, on escalade la dune proche et on se photographie.

Et le camion n'est toujours pas là. Bakri est parti à sa recherche. Du haut de la dune, nous le voyons au loin, près du camion ensablé. Ce n'est que vers le soir, peu avant Bilma, que nous nous retrouverons tous pour le bivouac.

Malgré la beauté de ce paysage de dunes du Ténére, il faut songer à repartir, Agadez est loin, plus de 600 km. Nous sommes jeudi matin et l'avion part tôt le samedi matin.

En route pour Fachi ! Nouveau franchissement des cordons de dunes, nouveaux ensablements un peu moins nombreux. Nouvelle panne avec abandon d'une voiture avant Fachi que nous quittons vers le soir. Petit trajet nocturne assez impressionnant. Nous nous endormons avec la

promesse d'être réveillés à 4 heures du matin car la route est encore longue. Petit déjeuner et départ avant le lever du soleil.

Nous roulons, nous roulons, un vent de sable moyen se lève à nouveau et c'est dans sa blancheur opaque que nous retrouvons l'Arbre du Ténéré.

Le camion a encore disparu. Une dernière voiture est en panne et nous l'abandonnerons. Deux ULM nous survolent à la recherche de voitures égarées (pas les nôtres) mais il nous jettent un papier nous indiquant que notre camion a manqué le passage à l'arbre, mais roule néanmoins vers la prochaine étape, le puits d'Oufagadou où nous nous retrouverons tous vers le soir, les uns sans problèmes, les autres après beaucoup de péripéties.

La nuit tombe et il nous reste 170 km à parcourir, par une piste poussiéreuse, aux ornières profondes et irrégulières, avant d'arriver au dernier campement à 7 km d'Agadez. Nous atteindrons ce campement à minuit moins 5 minutes. Des tentes touarègues nous attendent mais nous dormirons devant pour profiter de cette dernière nuit à la belle étoile.

Un méchoui a été préparé pour nous. Quatre moutons bien dorés, avec le couscous cuit à l'intérieur, nous sont apportés et tous ceux qui ne sont pas complètement épuisés, se régalent. Les chauffeurs et cuisiniers se joignent à nous et, malgré la fatigue, nous

passons de délicieux et bien joyeux moments.

Infatigables ces chauffeurs qui, en deux jours, ont conduit, et dans quelles conditions, plus de 16 heures par jour.

Au matin vient le moment de se séparer. La population, en grand appareil, avec les dromadaires, les ânes, vient nous saluer ; mais il faut gagner l'aéroport.

Dernier passage à Agadez. La petite aérogare est envahie par près de mille personnes qui vont se répartir dans les 3 avions prévus. Une partie d'entre nous a la chance de faire partie du premier envol, les autres du second.

Agadez et son désert défilent sous nos yeux, puis c'est le Sahara algérien, la méditerranée, Marseille et Paris.

Fini ce merveilleux voyage que nous n'oublierons jamais. Nous garderons tous dans les yeux et dans le cœur la lumière du Ténéré et la merveilleuse gentillesse de nos amis Touaregs qui nous ont accompagnés et entourés de leur amitié durant tout le séjour parmi eux.

Tous, nous n'avons qu'une idée : revenir bientôt dans ce pays, si rude mais si beau et si attachant

Le groupe Niger

Juliette, Dominique, Alain, Christine et Gilbert, Pierre, Jean, Suzanne, Raphaël, Bernard, Anne-Marie et Hervé, Jean et Odile, Agnès et Pascal, Florence et Claude.

Le mot du Secrétaire

Avril 2006

Un petit mot en forme de question : Comment se « fait » un bulletin ?

La parution de deux à trois bulletins et d'une histoire de l'Astronomie par année, en moyenne, implique :

1 - Quelques interventions auprès des adhérents pour susciter des articles en complément des articles produits spontanément, tous dignes d'intérêt pour la société. Un grand merci aux "écrivains".

2 - La recherche d'illustrations (dessins, photos), en adéquation avec le texte.

3 - La mise en page et le bon enchaînement des articles, la correction, l'édition de la maquette.

4 - Le lien avec le CADEC pour l'impression.

5 - L'approvisionnement des consommables. (Agrafes, timbres, enveloppes)

Travail collectif : (merci aux aides)

6 - L'agrafage.

7 - Le publipostage.

Et enfin :

8 - L'expédition des 160 bulletins.

Ayant assuré personnellement l'édition du bulletin de la SAL d'octobre 2001 à octobre 2005 (N° 60) compris, ainsi que l'édition des brochures consacrées à l'Histoire de l'astronomie, je remets pour quelques temps, (besoin de souffler) cet honneur à des adhérents volontaires pour mener à bien cette tâche :

Bonne poursuite pendant cette pause.

Le secrétaire, **Pierre Franckhauser**