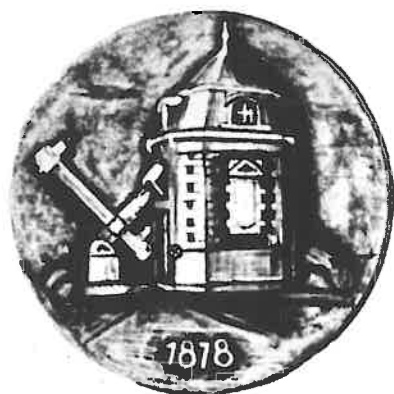


# SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE LYON



REVUE TRIMESTRIELLE

Nouvelle série — N° 11 — 1978

**Notre couverture :**

**Maquette proposée pour une médaille commémorative qui sera frappée à l'occasion du centenaire de l'Observatoire de Lyon.**

**Diamètre : 35 mm.**

**Feuille de souscription à l'intérieur du bulletin.**

# ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

du 19 novembre 1977

En l'absence de M. A. Terzan en mission, Mme M.T. Martel a ouvert le nouveau cycle de conférences dans le cadre des activités de la S.A.L. pour l'année 1977-78.

Le bureau de la S.A.L. est heureux d'accueillir les membres dans la nouvelle salle, plus grande, plus confortable et mieux aménagée que celle du premier étage. Ce changement est un signe de vitalité de notre Société qui grandit. Il reste à souhaiter que les membres se multiplient et que bientôt cette salle se remplisse aussi complètement.

On peut annoncer dès maintenant que l'année 1978 verra le centenaire de l'Observatoire de Lyon. Diverses activités astronomiques sont prévues dans la ville de Lyon à cette occasion : projection de films, exposition, conférence, médaille commémorative.

Une nouvelle activité de la S.A.L. verra le jour cette année : l'Astronomie entre dans le quotidien « Le Progrès » sous forme d'articles qui paraîtront tous les quinze jours le jeudi dans une chronique intitulée « Le ciel et ses étoiles ». Si vous avez des critiques et des suggestions à faire, écrivez au Progrès qui nous les transmettra. Ces articles seront écrits par des membres de la S.A.L. Il faut remercier particulièrement M. Prud'homme qui a établi des cartes célestes pour la région lyonnaise.

## Rapport financier pour la saison 1976-77

Fin 1975-76	6 305,56 F	(excédent de 3 996,55 F)
Fin 1976-77	12 545,55 F	(excédent de 6 239,99 F)

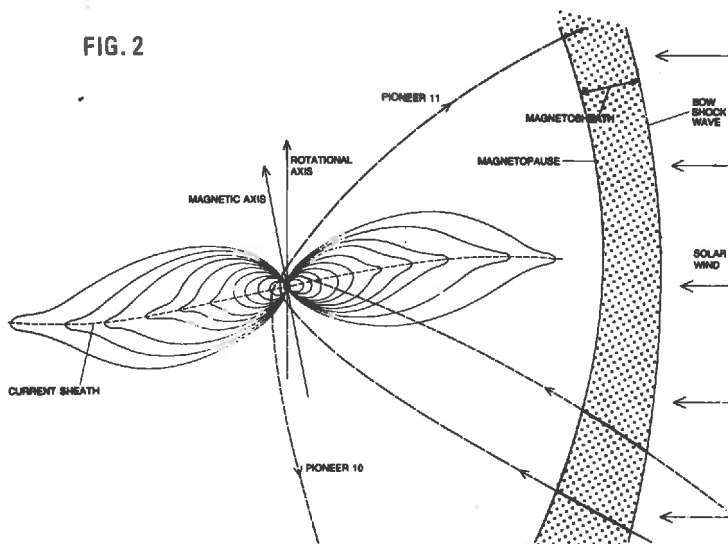
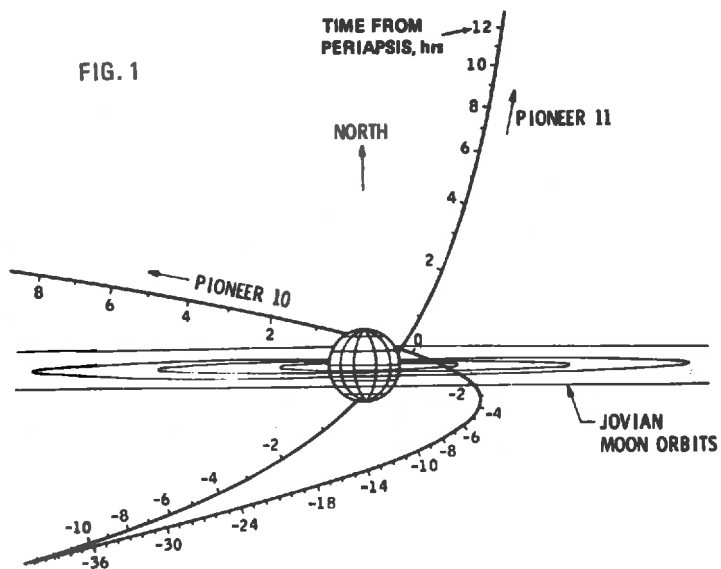
En 1976-77, 201 cotisants ont versé 7 411 F (moyenne 36,87 F) contre 170 cotisants (moyenne 30,51 F) en 1975-76.

L'excédent des recettes sur les dépenses pour l'exercice écoulé est dû essentiellement à un boni sur la conférence du Professeur Dollfus de 2 980 F et sur le voyage à l'Observatoire de Haute-Provence de 911,70 F. La vente des photographies après paiement complet du stock a rapporté 1 079 F.

La situation financière est donc plutôt satisfaisante mais une provision versée à la Caisse d'Épargne de 8 000 F pour l'achat d'un instrument d'observation nécessite que le montant moyen des cotisations continue à progresser (30,51 F en 1976, 36,87 F en 1977) et, plus encore, que le nombre des cotisants augmente.

Le Trésorier : Albert Cicéron

Dans la conférence de Madame M.T. Martel du 14 février 1976 intitulée «Connaissances actuelles de Jupiter» et publiée dans le bulletin n° 9 pp. 18-24, les deux figures suivantes ont été omises :



# LES NEUTRINOS ET L'ASTROPHYSIQUE

par C. RUHLA

Professeur à l'Université Claude Bernard Lyon 1

Les lois de la nature sont les mêmes, sur la Terre et dans le Cosmos, et c'est pour cela que les préoccupations des physiciens et des astronomes sont convergentes. De cette convergence est née, il y a bientôt un siècle, une discipline nouvelle, l'astrophysique, et nous allons présenter ici des problèmes qui passionnent les astrophysiciens, ceux qui sont liés à l'existence d'une particule très étonnante : le neutrino.

## LA PHYSIQUE DES PARTICULES

Lorsque l'on veut connaître la structure intime de la matière, il faut pouvoir étudier des phénomènes à une échelle très petite, de l'ordre de :

0, 000 000 000 000 001 mètre.

Des dimensions si faibles sont difficiles à imaginer. Disons simplement que pour accéder à cette échelle le microscope classique et le microscope électronique sont insuffisants. Il faut, pour y parvenir, utiliser les accélérateurs de particules tels que celui du Centre Européen de Recherches Nucléaires à Genève. On constate alors que la matière est formée de petits grains, les particules, et certaines plus importantes que d'autres, sont appelées particules fondamentales. Nous présentons ici quatre d'entre elles (fig. 1) : le proton, le neutron, l'électron négatif et l'électron positif (1).

Avec ces particules on peut expliquer la structure de la matière :

- L'atome d'hydrogène est formé d'un proton et d'un électron (fig. 2). Le proton constitue le noyau, positif, qui attire l'électron négatif. L'électron ne peut donc pas s'échapper et tourne en permanence autour du noyau.

- L'atome d'hélium (fig. 3) est plus complexe. Le noyau est formé de deux protons et de deux neutrons. Autour du noyau tournent deux électrons.

Les étoiles sont essentiellement constituées d'hydrogène et d'hélium à très haute température. Dans ces conditions de température, les électrons sont arrachés des noyaux : c'est le phénomène d'ionisation. Il y a donc dans les étoiles un gaz neutre formé de noyaux d'hydrogène (protons), de noyaux d'hélium (particules  $\alpha$ ) et d'électrons. C'est ce qu'on appelle un plasma.

## LA RADIOACTIVITÉ ET LE NEUTRINO

La radioactivité est une propriété des noyaux découverte par le physicien français Henri BECQUEREL en 1898. Certains éléments, tels par exemple l'uranium, le radium, le polonium, émettent spontanément des rayonnements. Parmi ces radioactivités qui sont variées, on trouve la radioactivité  $\beta^-$ , qui correspond à une émission d'électrons négatifs par les noyaux.

Ainsi le noyau d'hélium 6 ( $2p, 4n$ ) se désintègre pour donner du lithium 6 ( $3p, 3n$ ) et un électron négatif (fig. 4). Si l'on fait le bilan énergétique de la réaction on

---

(1) Les caractéristiques données ici sont approximatives. On trouvera les caractéristiques précises de ces particules à l'appendice I.

s'aperçoit qu'il manque de l'énergie. Ce problème a tourmenté les physiciens pendant longtemps car il mettait en cause la loi de conservation de l'énergie qui est une loi universelle, jusqu'au jour où en 1930, un physicien autrichien Wolfgang PAULI a osé faire le saut dans l'inconnu :

«L'énergie manquante est emmenée par une particule nouvelle, le neutrino». Cette particule doit être prise en compte dans le calcul de l'énergie et dans ce cas l'énergie est conservée. Les caractéristiques de cette particule sont très étonnantes (fig. 5) :

- Sa masse est nulle,
- Sa charge est nulle, ce qui explique le choix de son nom : neutrino (1).
- Elle transporte de l'énergie à la vitesse de la lumière (300 000 km/s),
- Enfin, si on ne la voit pas, c'est que ses chances de capture par la matière sont extrêmement faibles. En général elle s'échappe des appareils expérimentaux sans être absorbée et s'éloigne dans l'espace sans avoir été mise en évidence. *C'est le type même de la particule fantôme.*

On imagine à la fois l'intérêt et les préoccupations des physiciens pour ce fantôme : le neutrino existe-t-il ou n'existe-t-il pas ? Pendant de longues années on l'a cherché sans succès. Puis on a fini par trouver d'abord des preuves négatives et enfin des preuves positives.

## LE NEUTRINO EXISTE

Parlons d'abord des *preuves négatives* en reprenant la radioactivité de l'hélium 6.

Avant la désintégration, le noyau d'hélium 6 est immobile. Après la désintégration, 3 particules sont émises :

}	1 grosse particule	le noyau de lithium 6 (symbole ${}^6\text{Li}$ )
	1 petite particule	l'électron négatif (symbole $e^-$ )
	1 particule invisible	le neutrino (symbole $\nu$ ).

Leur disposition géométrique est imposée par une loi de la physique : la conservation de la quantité de mouvement.

S'il n'y avait que deux particules  ${}^6\text{Li}$  et  $e^-$ , leurs trajectoires seraient de directions opposées (fig. 6). S'il y a trois particules, les trajectoires de  ${}^6\text{Li}$  et  $e^-$  ne sont pas alignées (fig. 6). C'est une nécessité de la physique ; le neutrino doit exister.

Ce type d'expérience a été réalisé plusieurs fois au cours des années 50, dans des chambres de WILSON qui sont des détecteurs où l'on voit la trace du passage des particules. On constate effectivement que le lithium 6 et l'électron ne sont pas alignés, et ceci constitue une nouvelle preuve par défaut de l'existence du neutrino.

*La preuve positive* a finalement été apportée par deux physiciens américains REINES et COWAN, par une expérience longue et délicate commencée en 1953 et qui a

---

(1) Le nom de neutrino introduit ici est employé dans un sens général. On peut être plus précis : le neutrino émis dans la radioactivité  $\beta^-$  de l'hélium 6 est l'antineutrino électronique  $\bar{\nu}_e$ . Voir l'appendice II.

définitivement abouti en 1956. C'est certainement une des plus belles expériences de la physique et elle porte toujours le nom de découverte du neutrino (1).

L'objectif est de détecter les neutrinos émis par un réacteur nucléaire en fonctionnement. REINES et COWAN ont choisi le réacteur de SAVANNAH RIVER en Caroline du Sud. Ce réacteur, très puissant, émet un nombre considérable de neutrinos : 1 000 000 000 000 000 neutrinos par centimètre carré et par seconde.

Ces neutrinos vont provoquer une suite de réactions en cascade dans un détecteur liquide qui est une solution de chlorure de cadmium dans l'eau. L'enchaînement est le suivant :



Le neutrino vient du réacteur. Le proton est présent dans l'eau puisque l'eau contient de l'hydrogène.



Chaque atome de la cible contient des électrons négatifs. Dès que l'électron positif rencontre un électron négatif, il y a émission de 2 rayons  $\gamma$  qui sont des rayons X de grande énergie (2).



Le cadmium 113, présent dans la solution de chlorure de cadmium, donne un autre cadmium, le cadmium 114 et 4 rayons  $\gamma$  dont l'énergie totale est bien déterminée (3). Toutes ces réactions se succèdent à une telle rapidité que pour l'expérimentateur elles constituent un seul événement que l'on appellera la signature de l'existence du neutrino. Détecter simultanément 6 rayons  $\gamma$  d'énergie bien déterminée ne peut être expliqué par aucun autre phénomène.

L'expérience est vraiment monumentale (fig. 7). Près du réacteur nucléaire émettant les neutrinos, est placé un détecteur dont le volume est de  $5 \text{ m}^3$ . Il est formé d'une solution de chlorure de cadmium dans l'eau, placée entre deux réservoirs de liquide scintillant. Sous l'action d'un neutrino, les réactions nucléaires successives produisent 6 rayons  $\gamma$ , qui provoquent des éclairs lumineux dans les liquides scintillants. Ces éclairs sont détectés par des photomultiplicateurs (4) placés au contact des liquides scintillants. Ainsi peut être révélé le passage d'un neutrino.

L'expérience de REINES et COWAN, après trois ans de mise au point, a donné finalement des résultats concluants au rythme de 36 neutrinos à l'heure pendant 2 jours. C'est peu, mais le résultat est sûr, et cela marque l'achèvement d'une première étape.

- 
- (1) Pour préciser davantage, indiquons que le neutrino mis en évidence par REINES et COWAN est l'antineutrino électronique  $\bar{\nu}_e$ . Voir l'appendice II.
  - (2) Chacun de ces rayons  $\gamma$  a une énergie de 0,511 MeV. Ils sont émis dans des directions diamétralement opposées.
  - (3) On observe aussi le cas d'une émission de 3 rayons  $\gamma$  seulement mais, qu'il y en ait 4 ou 3, l'énergie totale est toujours la même : 9,04 MeV.
  - (4) Les photomultiplicateurs sont des cellules photoélectriques ultra sensibles qui transforment les impulsions de lumière en impulsions de courants électriques mesurables.

On peut donc considérer qu'en 1956 les physiciens ont résolu leur problème : ils ont identifié le fantôme. Le neutrino existe, non seulement dans l'esprit de PAULI mais aussi comme vérité expérimentale.

Le problème va alors se déplacer vers l'astrophysique par la recherche du neutrino solaire.

## LE SOLEIL

Les astronomes observent depuis longtemps le Soleil, et par une étude spectroscopique de la lumière émise, ils ont pu préciser la température et la composition en surface :

<b>Surface du Soleil</b>	}	Température 6 000 degrés
		Composition { hydrogène hélium

La connaissance du centre du Soleil est plus spéculative. On admet que le Soleil est un gaz très chaud, en équilibre sous l'action de deux forces contraires : l'expansion des gaz qui tend à le dilater, la gravitation qui tend à le contracter. Ces hypothèses sont à la base de toute la théorie de la structure et de l'évolution des étoiles et on obtient ainsi :

<b>Centre du Soleil</b>	}	Température 15 000 000 degrés
		Pression 1 000 000 000 atmosphères
		Densité 100
		Composition { hydrogène 70 % hélium 30 %

Pour vérifier ce résultat expérimentalement il faudrait voir le centre du Soleil. Mais on ne voit que sa surface. La lumière émise au centre est absorbée en traversant la masse gazeuse car le rayon solaire est de 700 000 kilomètres, ce qui est énorme. Il faudrait donc trouver un rayonnement qui puisse traverser 700 000 kilomètres de gaz sans être absorbé, afin de parvenir jusqu'à nous (fig. 8). Cela devrait être le cas du neutrino solaire que nous allons présenter maintenant.

## LE NEUTRINO SOLAIRE

Les températures et pressions élevées régnant au centre du Soleil permettent l'établissement de réactions nucléaires au cours desquelles 4 particules légères (4 protons) vont donner une particule plus lourde (1 noyau d'hélium). On parle dans ce cas de fusion thermonucléaire et la réaction est représentée sur la figure 9. Chaque fois que la fusion de 4 protons donne un noyau d'hélium, il y a émission de 2 neutrinos : ce sont les neutrinos solaires (1).

Le soleil produit donc un nombre considérable de neutrinos mais comme il est situé à une distance très grande de la Terre (150 000 000 kilomètres), la plupart de ces neutrinos se perdent dans l'espace. Le flux reçu par la surface terrestre se réduit à :

10 000 000 000 neutrinos par centimètre carré et par seconde.

(1) Le neutrino émis dans ces conditions est le neutrino électronique  $\nu_e$ . Voir l'appendice II.



Ce flux est 100 000 fois plus faible que dans l'expérience de REINES et COWAN auprès du réacteur de Savannah River. Il faut donc imaginer une expérience à très haute sensibilité pour espérer observer le neutrino solaire.

## LA RECHERCHE DU NEUTRINO SOLAIRE

Depuis 1955, un physicien américain DAVIS, du laboratoire de Brookhaven, a entrepris la recherche du neutrino solaire. *Le principe de l'expérience est simple :*

On expose du perchloréthylène (formule  $C_2Cl_4$ ) aux neutrinos solaires et cela entraîne la réaction suivante :



Puis, par radioactivité, on aura :



Détecter les rayonnements radioactifs de l'argon 37 c'est avoir la preuve de l'existence du neutrino solaire.

La réalisation de l'expérience est très délicate.

Le détecteur de neutrinos est une cuve contenant 600 tonnes de perchloréthylène (fig. 10), placé au fond d'une mine à une profondeur d'au moins 1 kilomètre afin d'éviter les réactions parasites que pourraient produire les rayons cosmiques. L'action des neutrinos solaires sur le chlore 37 produit de l'argon 37 sous forme gazeuse. Cet argon 37 est entraîné par une circulation d'hélium, jusqu'à un dépôt de charbon actif (1) qui le fixe. Un détecteur placé au-dessus de ce charbon détecte les rayonnements radioactifs émis par l'argon 37 (2). Si l'on met en évidence ces rayonnements, on est en droit d'affirmer l'existence des neutrinos solaires.

Malheureusement, le résultat expérimental est beaucoup moins net. Le nombre d'événements mesuré est très faible, de l'ordre de quelques événements par mois; et on ne peut même pas affirmer que ces événements correspondent à des neutrinos, car l'existence de parasites dus aux rayons cosmiques n'est pas absolument exclue. Le résultat, exprimé en unité SNU (3) est le suivant :

prévision du calcul théorique	}	9 SNU
résultat expérimental de DAVIS		$1 \pm 1$ SNU

Ceci indique que l'on ne peut pas être sûr expérimentalement de l'existence des neutrinos solaires. De plus, s'ils existent, ils sont beaucoup moins nombreux que l'on pouvait l'escompter:

Que peut-on penser de ce résultat quasi négatif ? Il est classique de remettre en cause soit la théorie, soit l'expérience :

- (1) Le charbon naturel, activé au préalable par un traitement thermique et chimique, peut absorber une très grande quantité de gaz.
- (2) La radioactivité de l'argon 37 est une capture électronique. On observera les rayons X de réarrangement après capture K ou L.
- (3) L'unité SNU (solar neutrino unit) correspond à  $10^{-36}$  absorption de neutrino par noyau de chlore 37 et par seconde.

- Dans la première hypothèse, cela veut dire que la température au centre du Soleil est plus faible que celle calculée théoriquement (15 000 000°C), ce qui diminue le nombre de neutrinos produits. Mais cela revient à remettre en cause toute la théorie de la structure et de l'évolution des étoiles. C'est une théorie efficace, fructueuse et la remettre en cause est difficile.

- Dans la seconde hypothèse, cela veut dire que l'expérience de DAVIS n'est pas aussi sensible que l'on peut le croire et il faut recommencer l'analyse détaillée de l'expérience. C'est ce qu'ont fait d'éminents physiciens sans trouver de faille. De toute façon l'expérience va être reprise dans d'autres laboratoires.

La situation actuelle est à la fois très irritante et pleine de promesses. Tous les astrophysiciens croient au neutrino solaire, le cherchent, et il faudra bien le trouver.

## LE PROBLEME DU NEUTRINO

Au terme de cette histoire abrégée du neutrino il nous reste à en dégager le sens. Nous avons interrogé la Nature pour lui poser deux questions :

- Le neutrino existe-t-il ? La question a été posée en 1930 et la réponse, affirmative, est venue en 1956.

- Le neutrino solaire existe-t-il ? La question est posée depuis 1955. La réponse ne peut plus tarder maintenant.

L'enchaînement de ces questions est vraiment typique du développement de la connaissance scientifique : ce qui caractérise le cheminement de l'esprit humain, c'est l'art de se poser des problèmes pour avoir le plaisir de les résoudre.

L'article précédent simplifie au maximum la physique du neutrino, qui est difficile. Pour ceux qui ont la volonté d'en savoir plus, nous présentons ici, en appendice, quelques données plus précises sur la physique des particules (notes de l'auteur).

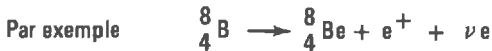
**I - Grandeurs caractéristiques de quelques particules fondamentales :**

charge électrique élémentaire	$e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ coulomb
$\left\{ \begin{array}{l} \text{masse du proton} \\ \text{charge du proton} \end{array} \right.$	$M_p = 1,6725 \cdot 10^{-27}$ kilogramme $+ e$
	$M_n = 1,6747 \cdot 10^{-27}$ kilogramme $0$
$\left\{ \begin{array}{l} \text{masse du neutron} \\ \text{charge du neutron} \end{array} \right.$	$m = 0,911 \cdot 10^{-30}$ kilogramme $- e$
	$m = 0,911 \cdot 10^{-30}$ kilogramme $+ e$
$\left\{ \begin{array}{l} \text{masse de l'électron négatif} \\ \text{charge de l'électron négatif} \end{array} \right.$	$m = 0,911 \cdot 10^{-30}$ kilogramme $- e$
$\left\{ \begin{array}{l} \text{masse de l'électron positif} \\ \text{charge de l'électron positif} \end{array} \right.$	$m = 0,911 \cdot 10^{-30}$ kilogramme $+ e$
$\left. \begin{array}{l} \text{Rapport de la masse de} \\ \text{l'électron à celle du proton} \end{array} \right\}$	$\frac{1}{1836}$

**II - Les neutrinos :**

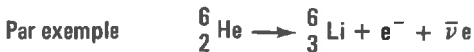
On connaît aujourd'hui quatre neutrinos :

1) *Le neutrino électronique* de symbole  $\nu_e$ , qui est émis par radioactivité  $\beta^+$



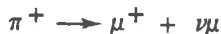
Ce neutrino est détectable dans une expérience du type DAVIS.

2) *L'antineutrino électronique* de symbole  $\bar{\nu}_e$  qui est émis par radioactivité  $\beta^-$



Cet antineutrino est détectable dans une expérience du type REINES et COWAN.

3) *Le neutrino muonique* de symbole  $\nu_\mu$  qui apparaît dans la désintégration du méson  $\pi^+$



Ce neutrino a été mis en évidence à Brookhaven en 1962.

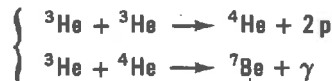
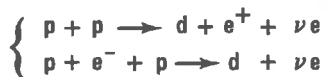
4) *L'antineutrino muonique* de symbole  $\bar{\nu}_\mu$  qui apparaît dans la désintégration du méson  $\pi^-$



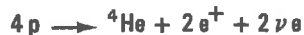
Ce neutrino a également été mis en évidence à Brookhaven en 1962.

### III - Les réactions de fusion thermonucléaires dans le Soleil :

Les étapes de la fusion qui permettent de passer de 4 protons à 1 noyau d'hélium sont assez nombreuses. Nous indiquons ci-dessous les principales réactions nucléaires qui interviennent.



Si l'on fait le bilan complet de ces réactions, on obtient globalement :



---

### BIBLIOGRAPHIE

Un ouvrage élémentaire consacré au neutrino est paru en traduction française :  
« Une particule fantôme : le neutrino » - I. ASIMOV - Editions DUNOD - 1970.





proton		charge	+	masse	1
neutron		charge	0	masse	1
électron négatif		charge	-	masse	$\frac{1}{2000}$
électron positif		charge	+	masse	$\frac{1}{2000}$

Figure 1 : Présentation de quelques particules fondamentales

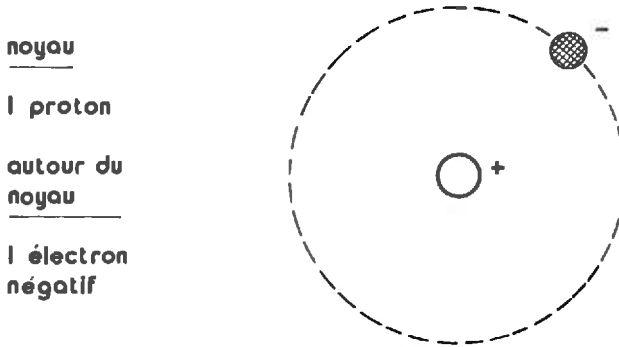


Figure 2 : La structure de l'atome d'hydrogène

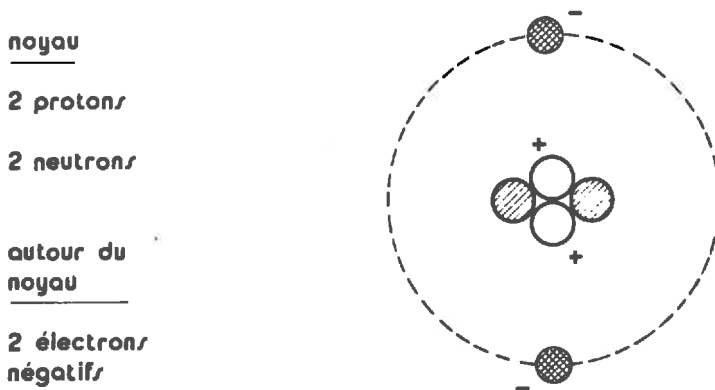


Figure 3 : La structure de l'atome d'hélium

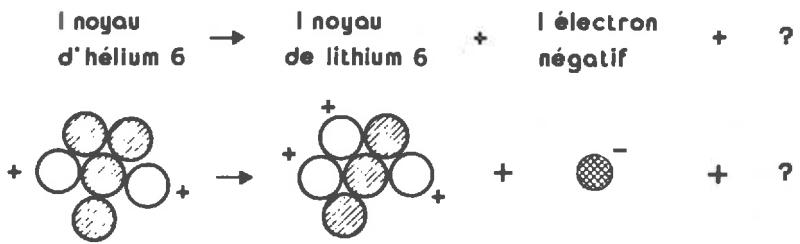


Figure 4 : Présentation de la radioactivité  $\beta^-$  de l'hélium 6



le neutrino	}	masse	○
symbole $\nu$		charge	○
PAULI 1930		énergie	non nulle
		vitesse	300 000 km/s

Figure 5 : La conservation de l'énergie dans une radioactivité  $\beta$  implique l'existence du neutrino

avant la désintégration

hélium 6 ●

après la désintégration

si le neutrino n'existe pas



si le neutrino existe

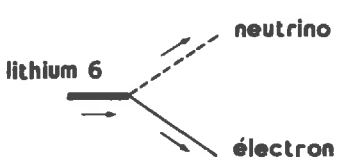


Figure 6 : La conservation de la quantité de mouvement dans une radioactivité  $\beta$  implique l'existence du neutrino

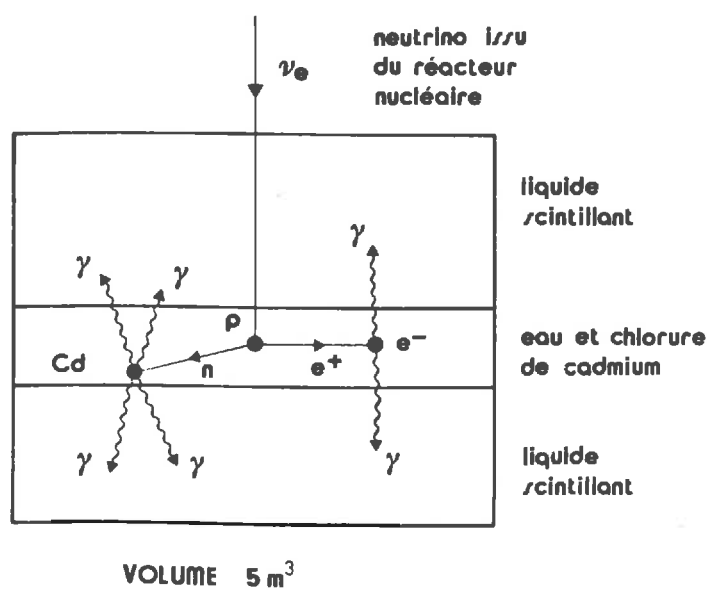


Figure 7 : L'expérience de REINES et COWAN pour la détection des neutrinos émis par un réacteur nucléaire

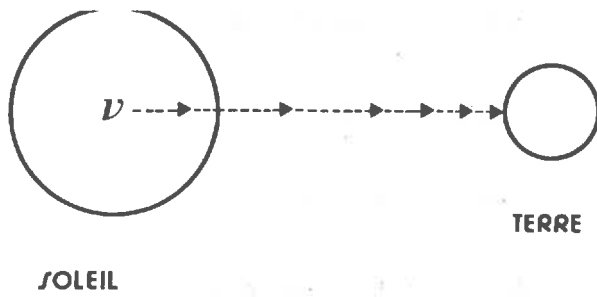


Figure 8 : Les neutrinos émis au centre du Soleil peuvent parvenir jusqu'à nous

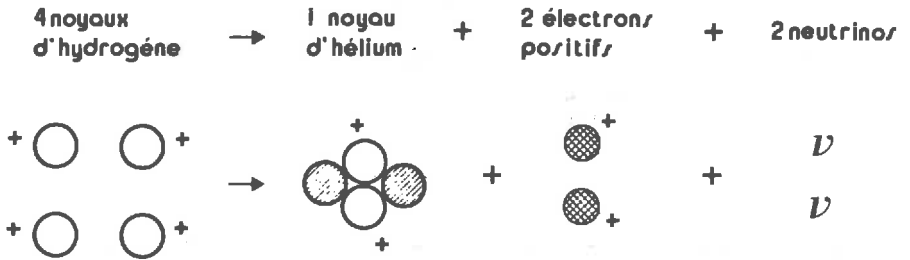


Figure 9 : Les réactions de fusion thermonucléaire au centre des étoiles

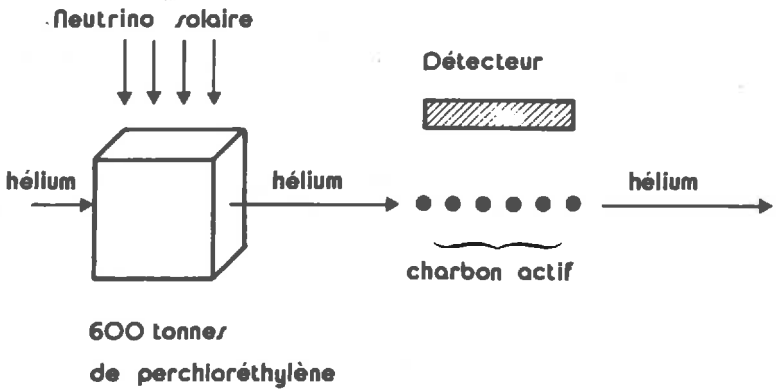


Figure 10 : L'expérience de DAVIS pour la recherche du neutrino solaire



# COMETES ASTÉROÏDES ET MÉTÉORITES

27 novembre 1976

par Mme M. Th. MARTEL

Astronome à l'Observatoire de Lyon

Le 39<sup>e</sup> Colloque de l'Union Astronomique Internationale s'est tenu à Lyon, cette année du 17 au 20 août. Sous le titre «*Parentés entre comètes, astéroïdes et météorites*» il a groupé des travaux récents concernant divers corps et corpuscules de notre Système Solaire.

Parmi les 140 participants, venus de 23 pays différents, je présenterai seulement quelques personnalités scientifiques. Armand H. Delsemme, professeur à l'Université de Toledo dans l'Ohio a organisé et précisé ce colloque. A. Delsemme, d'origine belge, a travaillé longtemps à l'Institut d'Astrophysique de Liège —Institut spécialisé dans l'étude des comètes sous l'impulsion du Professeur Pol Swines—. Ce colloque était dédié au Professeur Fred L. Whipple, de l'Université de Cambridge dans le Massachusset qui, le premier, a suggéré, vers les années 50, que les comètes devaient être un conglomérat de glaces et de poussières —ces glaces s'évaporant, se dégazéifiant sous l'action de la chaleur solaire—.

Je résumerai brièvement l'œuvre scientifique de Whipple en disant que ce théoricien était doublé d'un observateur heureux puisque Whipple a découvert 6 comètes qui portent son nom. En citant ses travaux, rassemblés et édités en 1973, en 2 tomes, par l'Observatoire de Smithsonian, je n'évoquerai ici que les titres du premier volume, divisé en trois parties :

I- Météores et Complexe Interplanétaire - 76 publications.

II- Comètes - 26 publications (découvertes, positions, orbites, éphémérides, théories, mises au point).

III- Astéroïdes et Planètes - 9 publications.

Les 4 journées du Colloque rassemblent plus d'une centaine de communications différentes. Elles formeront un volume important qui sortira en mai 1977. Vouloir résumer ici tout ce qui s'est dit pendant ces 4 jours est impossible. Je me bornerai donc à vous présenter d'abord les objectifs du Colloque, puis à vous signaler les nouveaux résultats qui m'ont paru présenter un intérêt plus général et moins hautement spécialisé.

## MÉTÉORITES

On appelle *météoroïde* une particule solide située hors de l'atmosphère terrestre. Lorsqu'elle pénètre dans l'atmosphère terrestre, elle s'y chauffe par frottement contre les molécules de l'air et y est partiellement vaporisée. Pendant la traversée de l'atmosphère terrestre un corps brillant apparaît, c'est un *météore* ou étoile filante. Parfois certains gros météores ne sont pas entièrement consumés dans l'air et une partie tombe sur le sol sous forme de pierres : ce sont les *météorites*.

Or, jusqu'en 1803, les scientifiques étaient assez sceptiques sur l'origine céleste de certaines pierres. Cette incrédulité céda lorsque Biot lut, à l'Académie des Sciences, son rapport sur l'abondante pluie de pierres qui s'abattit en plein jour le 26 avril 1803

près de la localité de Laigue dans l'Orne, quelques minutes après l'apparition d'un grand météore se mouvant du SE au NE et aperçu d'Alençon, de Caen et de Falaise. Une explosion effroyable, suivie de détonations pareilles aux bruits de canon était partie d'un nuage noir isolé dans un ciel très pur, un grand nombre de pierres avaient été précipitées au sol, certaines ramassées encore fumantes. La plus grosse pierre pesait 10 kilos.

Citons encore le magnifique météore —du 14 mai 1864 à Orgueil, petit village au sud de Montauban— apparu vers 20 heures, paraissant plus gros que la Lune et entouré d'étincelles. Il fut aperçu de presque toute la France. Il explosa en projetant des fragments incandescents dans toutes les directions. Il ne resta plus qu'un petit nuage blanchâtre, visible pendant quelques minutes. Au bout de 2 à 5 minutes, on entendit un bruit ressemblant à un coup de tonnerre et au même instant une chute de pierres se produisit près du village. Ces pierres étaient chaudes lorsqu'on les ramassa, un habitant se brûla les doigts ; à leurs emplacements l'herbe était jaunie par la chaleur. On recueillit une vingtaine de pierres noires vernissées par la fusion superficielle. L'analyse montra qu'elles contenaient de la matière carbonneuse, du sulfure de fer magnétique, du carbonate de fer et magnésie (ou chondrites).

D'autres faits, aussi marquants, se produisirent à plusieurs reprises en France et, bien sûr, dans tous les pays du monde. Mentionnons le passage très remarquable d'un groupe de météores au-dessus du Canada le 9 février 1913. Signalés à 9 h 05 mn, ils traversèrent tout le Canada d'ouest en est en 7 minutes pour s'abîmer probablement, comme l'a pensé Pickering, dans la mer des Bermudes.

De nombreuses météorites célèbres sont exposées dans bien des musées d'Histoire Naturelle.

La constitution des météorites forme un chapitre spécial de la minéralogie. Dans un passé déjà lointain, l'analyse chimique a montré qu'on trouvait dans les météorites la plupart des corps habituels qu'on rencontre dans la croûte terrestre (fer, nickel, cobalt, magnésium, silicium, chrome, manganèse, titane, étain, cuivre, aluminium, potassium, sodium, calcium, phosphore, soufre, oxygène, azote, chlore, carbone, hydrogène) en divers composés sulfurés, silicates métalliques et alcalins.

Pendant le Colloque de Lyon, une journée entière a été réservée à l'exposé des travaux théoriques et des travaux de laboratoire concernant les météorites. Plusieurs chercheurs ont déterminé les températures nécessaires à la formation des diverses chondrites. Ils ont trouvé que :

- les chondrites à base d'aluminium, de silicium, manganèse, fer et nickel exigeaient une température de 1 400 à 1 100°C ;
- les silicates de manganèse tels que l'olivine ( $Mg_2 Si O_4$ ) se formaient entre 1 100 et 1 000°C ;
- les silicates de sodium, potassium à 700°C environ ;
- entre 400 à 150°C se forment les sulfures de fer (Fe S) et les silicates de fer et manganèse ;
- en-dessous de 100°C, il y a formation de silicates hydratés et de composants organiques.

Un dosage des isotopes  $O_{17}$  et  $O_{16}$  de l'oxygène  $O_{18}$  présents dans les divers constituants des météorites a permis de classer celles-ci en 6 groupes. L'analyse aux rayons X a montré que les météorites étaient constituées de grains dont la dimension est de l'ordre d'un micron, soit un millionième de mètre. Le magnétisme météoritique a été étudié. Des travaux ont traité des abondances des éléments dans le soleil et les météorites.

*Vous trouverez la suite de cet article dans notre prochain numéro. . .*



**Société Astronomique de Lyon**

*69230 – Saint Genis Laval*

### Sommaire

- 1 – Assemblée générale  
Rapport financier
- 2 – Omission dans le bulletin n° 9
- 3 – Les neutrinos et l'astrophysique  
*par C. Ruhl*
- 15 – Comètes, astéroïdes et météorites  
*par M. Th. Martel*

*Prix : 5 F*