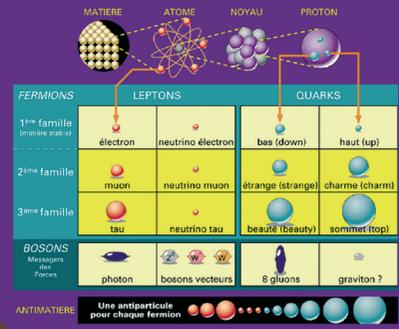


# Le neutrino

## en physique des particules

### Le neutrino : une particule élémentaire pas comme les autres !

Les neutrinos sont les seules particules élémentaires qui ne subissent que l'interaction faible. En conséquence un neutrino interagit des milliards de fois moins qu'un électron, son cousin le plus proche. En 50 ans de recherche, les physiciens ont mis expérimentalement en évidence trois espèces distinctes de neutrinos : le neutrino électronique ( $\nu_e$ ), le neutrino muonique ( $\nu_\mu$ ), et le neutrino tauique ( $\nu_\tau$ ), associés respectivement à l'électron, au muon et au tau.



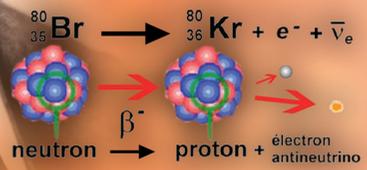
Les particules élémentaires et leurs interactions →

### 1930 : prédiction de l'existence du neutrino

En 1930, W. Pauli (prix Nobel 1945) invoqua l'existence d'une nouvelle particule partageant l'énergie avec l'électron et le noyau lors du processus de radioactivité bêta. Afin de s'ajuster aux données expérimentales, cette nouvelle particule devait être électriquement neutre, de spin demi-entier, et de masse très inférieure à celle de l'électron. Cette particule fut nommée plus tard neutrino, littéralement "petit neutre".



W. Pauli



### 1956 : découverte expérimentale du neutrino

Les physiciens F. Reines (prix Nobel 1995) et C. Cowan utilisèrent le flux considérable d'anti- $\nu_e$  émis dans le cœur du réacteur nucléaire de Savannah River (Etats-Unis). Ils identifièrent les neutrinos en exploitant la réaction : anti- $\nu_e$  + proton  $\rightarrow$  positron + neutron.



F. Reines

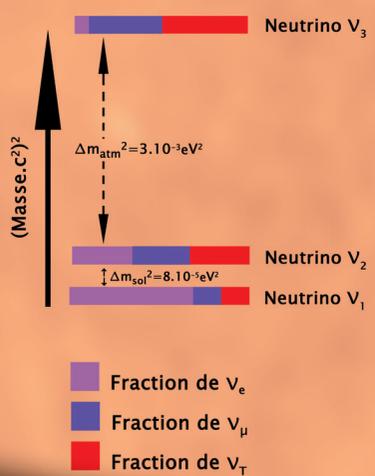
### Appréhender l'Univers c'est aussi saisir les neutrinos

Il est d'usage de dire que la matière est constituée d'électrons, protons et neutrons. En fait ces éléments matériels sont rarissimes dans l'Univers car pour chacun d'entre eux il y a de l'ordre d'un milliard de neutrinos !

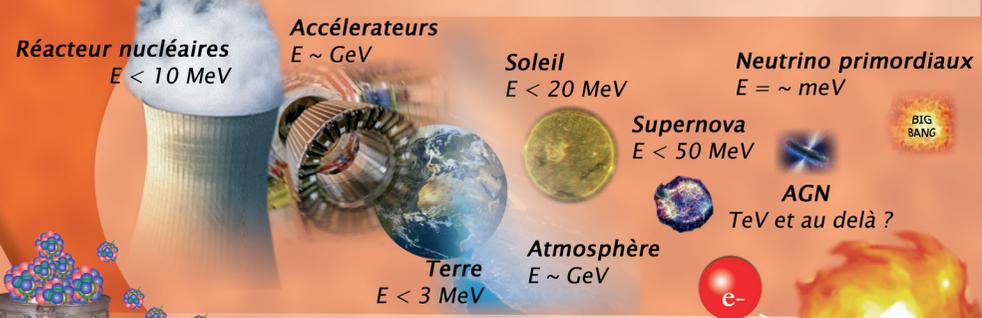
### La masse des neutrinos et la physique au-delà du modèle standard

Le modèle standard de la physique des particules ne fait place qu'à des neutrinos de masse nulle, en contradiction avec les résultats expérimentaux. On sait depuis 1998 que les neutrinos sont massifs. Le plus massif d'entre eux est 500 000 fois plus léger que l'électron. Curieusement  $\nu_e$ ,  $\nu_\mu$ ,  $\nu_\tau$  ne sont pas des particules de masse bien définie : trois autres neutrinos  $\nu_1$ ,  $\nu_2$ ,  $\nu_3$  de masse  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $m_3$  devront nécessairement être ajoutés au modèle standard.

### L'état actuel des connaissances



### Les sources de neutrinos



### Le Graal : la leptogénèse

Juste après le big-bang matière et antimatière étaient en quantités égales. La prépondérance de la matière sur l'antimatière (1 milliard contre 1) s'est développée après la création des premières particules. La différence observée en quarks et anti-quarks semble trop petite pour reproduire cet excès... On pense désormais qu'une différence de comportement entre neutrinos et anti-neutrinos pourrait être à l'origine de l'excès de matière : un scénario appelé la leptogénèse.

