



Sylvaine Turck-Chièze

Physicienne Nucléaire: densité de charge des nucléons

Astrophysicienne: spécialiste du modèle solaire et d'héliosismologie, de la production des neutrinos solaires, de l'évolution des étoiles

Physique des plasmas: interaction photon-matière

Directrice de recherche honoraire au Commissariat Energie Atomique (CEA)



Membre du Conseil académique de l'Université Paris Saclay (2015-2019)

Présidente de l'association Femmes et Sciences (2014-2018)



FEMMES & SCIENCES
a s s o c i a t i o n

Madame Wu
née à Shanghai 1912
décédée en 1997 à New-York

Rencontres d'été de Physique de
l'infiniment petit à l'infiniment grand

Sylvaine Turck-Chièze 16 Juillet 2018

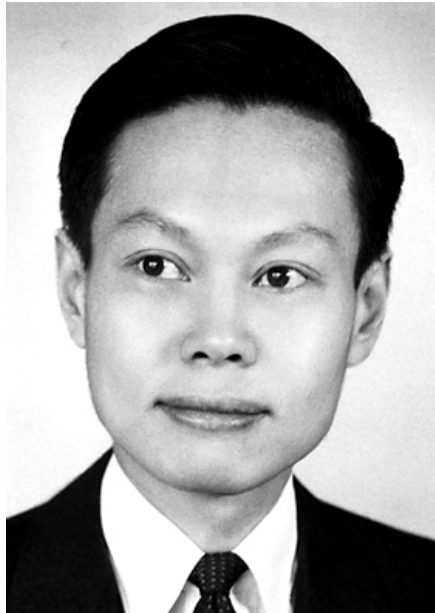


Chien-Shiung Wu
physicienne sino américaine
a démontré
expérimentalement
la
violation de la parité
dans
les interactions faibles
en 1957



Prix Nobel 1957

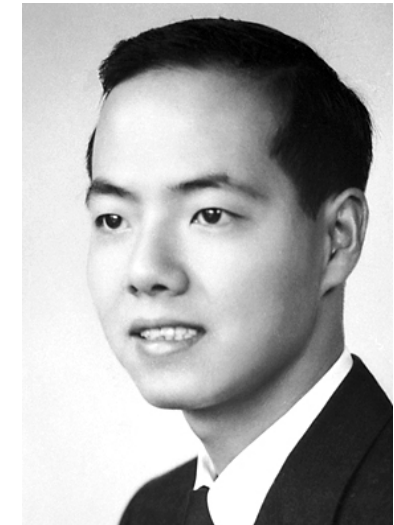
Professeur Tsung Dao Lee and Professeur Chen Ning Yang



Lois de parité

(Symétrie de la nature vis à vis
de la gauche et la droite)

dans leurs applications aux particules
élémentaires et leurs interactions.



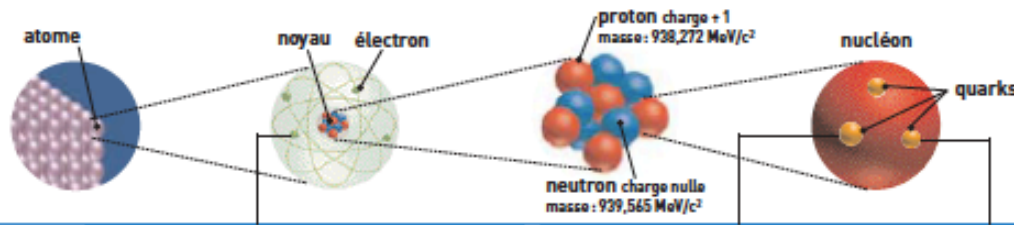
Cette symétrie est violée dans les
interactions faibles.

**Les travaux expérimentaux de Mme Wu et
collaborateurs sont cités dans le discours.**

Sylvaine Turck-Chièze 16 Juillet 2018

Les interactions fondamentales

interaction fondamentale	particules associées (messagers)	actions	Force des interactions
gravitation	graviton ?	de portée infinie, elle est responsable de la force d'attraction de deux masses entre elles et de la chute des corps	$G^2 m_p / \hbar c = 7 \cdot 10^{-39}$ 10^{-38}
interaction électromagnétique	photon	de portée infinie, elle est responsable de l'attraction entre électrons et noyaux atomiques, et donc de la cohésion des atomes et des molécules	$e^2 / \hbar c = 1/137$ 10^{-2}
interaction faible	W^+, W^-, Z^0	elle est responsable des radioactivités β^- et β^+ et de réactions impliquant des particules comme le neutrino	$< 10^{-2} \text{ fm}$ 10^{-5} 10^{-13}
interaction forte	gluons (il en existe 8)	elle assure la cohésion du noyau atomique	1.4 fm $g^2 / \hbar c = 14.8$ 1



	leptons peuvent se déplacer librement		quarks s'assemblent en triplets ou en paires quark-antiquark pour former les nombreuses particules subatomiques	
Fermions La matière ordinaire est composée de particules de ce groupe.	première famille électron (e) responsable de l'électricité et des réactions chimiques sa charge est -1 masse : 0,511 MeV/c ²	neutrino électronique (ν_e) sans charge électrique et interagissant très rarement avec le milieu environnant	bas (d) sa charge électrique est -1/3 le proton en contient un, le neutron deux masse : 4 - 8 MeV/c ²	haut (u) sa charge électrique est +2/3 le proton en contient deux, le neutron un masse : 1,5 - 4 MeV/c ²
Pour la plupart, ces particules étaient présentes juste après le Big Bang. Aujourd'hui, on ne les trouve que dans les rayons cosmiques et auprès des accélérateurs.	deuxième famille muon (μ) un compagnon plus massif de l'électron masse : 105,658 MeV/c ²	neutrino muonique (ν_μ) propriétés similaires à celles du neutrino électronique	étrange (s) un compagnon plus lourd du "bas" masse : 80 - 130 MeV/c ²	charmé (c) un compagnon plus lourd du "haut" masse : 1,15 - 1,35 GeV/c ²
troisième famille	tau (τ) encore plus lourd masse : 1776,99 ± 0,29 MeV/c ²	neutrino tauique (ν_τ) propriétés similaires à celles du neutrino électronique	beauté (b) encore plus lourd masse : 4,1 - 4,4 GeV/c ²	top (t) le plus lourd de la famille (observé en 1995) masse : 171,4 ± 2,1 GeV/c ²
Bosons vecteurs Particules fondamentales qui assurent la transmission des forces de la nature.	photon grain élémentaire de la lumière, porteur de la force électromagnétique	gluon porteur de la force forte entre quarks	W[±], Z⁰ porteurs de la force faible, responsables de certaines formes de désintégration radioactive	
Boson de Higgs?	responsable de la "brisure de symétrie électrofaible"		125-126 GeV c⁻²	

Tableau 1.

Table des douze constituants élémentaires de matière dont le modèle standard décrit les interactions. Les trois leptons chargés (électron, e⁻, muon, μ⁻, tau, τ⁻) sont sensibles aux interactions électromagnétique et faible, les neutrinos (ν_e, ν_μ, ν_τ) ne sont sensibles qu'à l'interaction faible et les six quarks (up, charm et top - ou u, c, t - de charge 2/3 et down, strange, bottom - ou d, s, b - de charge -1/3) sont sensibles aux trois interactions. Chaque constituant élémentaire possède son antiparticule, de même masse et de nombres quantiques algébriques (comme la charge électrique) de signe inversé.

Taille des atomes
1 angstrom 10⁻¹⁰ m
H: 0.53 A Pb 1.54 A

Taille des noyaux
10⁻¹⁵ m 1fm

$$R = r_0 A^{1/3} \quad r_0 = 1.4 \text{ fm}$$

Taille d'un proton

0.848 ou 0.87 fm
rayon de charge



Lois de conservation et particules fondamentales

FEMMES & SCIENCES
a s s o c i a t i o n

Conservation de l'énergie, de l'impulsion, du moment cinétique...

Principe d'invariance des lois physiques, indépendantes du lieu, du temps.

Conservation des charges électriques, baryoniques, leptoniques, mais aussi de l'étrangeté ou de l'isospin liés aux symétries des interactions...

Conservation de la parité reliée au principe d'invariance des lois physiques par inversion de l'espace, symétrie miroir ...

Année	Nom	1912	Nils Gustaf Dalén	1928	Owen Willans Richardson	1943	Otto Stern
1901	Wilhelm Conrad Röntgen	1913	Heike Kamerlingh Onnes	1929	Louis de Broglie	1944	Isidor Isaac Rabi
1902	Hendrik Lorentz	1914	Max von Laue	1930	Chandrashekhara Venkata Râman	1945	Wolfgang Pauli
	Pieter Zeeman	1915	William Henry Bragg	1931	Non décerné	1946	Percy Williams Bridgman
1903	Antoine Henri Becquerel	1916	William Lawrence Bragg	1932	Werner Karl Heisenberg	1947	Edward Victor Appleton
	Pierre Curie	1917	Non décerné	1933	Erwin Schrödinger	1948	Patrick Maynard Stuart Blackett
	Marie Curie, née Skłodowska	1918	Max Karl Ernst Ludwig Planck	1934	Paul Adrien Maurice Dirac		
1904	Lord Rayleigh (John William Strutt)	1919	Johannes Stark	1935	Non décerné	1949	Hideki Yukawa
1905	Philipp Eduard Anton von Lenard	1920	Charles Édouard Guillaume	1936	James Chadwick	1950	Cecil Frank Powell
1906	Joseph John Thomson	1921	Albert Einstein	1937	Carl David Anderson	1951	John Douglas Cockcroft
		1922	Niels Henrik David Bohr	1938	Clinton Joseph Davisson	1952	Ernest Thomas Sinton Walton
1907	Albert A. Michelson	1923	Robert Andrews Millikan	1939	George Paget Thomson		Félix Bloch
		1924	Karl Manne Georg Siegbahn		1953	Edward Mills Purcell	
1908	Gabriel Lippmann	1925	James Franck	1940	Ernest Orlando Lawrence	1954	Max Born
	Karl Ferdinand Braun	1926	Gustav Hertz				
1909	Johannes Diderik van der Waals	1927	Jean Baptiste Perrin	1941	Non décerné	1955	Walther Bothe
			Arthur Holly Compton	1942	Non décerné		Willis Eugene Lamb
1910	Wilhelm Wien	1928	Charles Thomson Rees Wilson	1943	Non décerné	1956	Polykarp Kusch



FEMMES & SCIENCES association

1956	William Bradford Shockley	1/3	États-Unis	Pour leurs recherches sur les semiconducteurs et leur découverte de l'effet transistor.
	John Bardeen	1/3		
	Walter Houser Brattain	1/3		
1957	Chen Ning Yang	1/2	Chine	Pour leur analyse approfondie des lois dites de parité, qui a conduit à d'importantes découvertes sur les particules élémentaires.
	Tsung-Dao Lee	1/2		



Depuis 1901 et jusqu'à aujourd'hui, seules 2 femmes ont reçu le prix Nobel de physique

Marie Curie 1903 avec Becquerel et P. Curie

Maria Goeppert-Mayer 1963 avec Hans Daniel Jensen $\frac{1}{4}$ chacun
Et Wigner $\frac{1}{2}$



Sylvaine Turck-Chièze 16 Juillet 2018



FEMMES & SCIENCES
a s s o c i a t i o n

Prix Nobel de Heisenberg (1932), Dirac (1933 avec Schrodinger) et Fermi (1938: neutrons lents)

La théorie quantique est la description du rôle des électrons on a pensé que les réactions étaient symétriques vis à vis de la gauche et de la droite: théorie de Fermi: nécessaire conséquence de ce que l'on observe dans la nature.

Chadwick (PN 1935) découvre le neutron en 1931 après le neutrino.

Années 1954: découverte des mésons τ (appelés ensuite K) qui n'ont pas l'air de se comporter comme attendus.



Enfance et Education

- Naissance en Février 1912 , Famille de 3 enfants à Taicang : 2 frères
- Proche de son père enseignant, défenseur de l'égalité F/H, environnement intellectuel réel
- Elle va à l'école de filles fondée par son père puis part à 11 ans à l'école normale pour femmes de Suzhou où elle est interne, à 80 km de chez elle, école pour enseignants: 9^{ème} sur 10000 candidatures
- En 1929, elle termine ses études et est admise à l'Université nationale centrale de Nankin à 300 km de chez elle
- Selon les règlements gouvernementaux de l'époque, les étudiants souhaitant travailler comme professeur au niveau universitaire doivent préalablement être enseignant pendant un an. Elle enseigne ainsi à l'école publique de Shanghai à 50 km de chez ses parents.



Etudes supérieures

- De 1930 à 1934, elle étudie à l'Université centrale nationale de Nanjing, d'abord en mathématiques, puis en physique, tout en s'impliquant dans la politique étudiante.
- À l'époque, les relations entre la Chine et le Japon sont tendues, et les étudiants exhortent le gouvernement de prendre une position plus sévère envers le Japon. Elle est élue par ses collègues comme une des leaders étudiants parce qu'ils estiment que son implication serait pardonnée, ou négligée par les autorités étant donné qu'elle est l'une des meilleurs étudiants de l'université. Elle mène des manifestations, en particulier un sit-in au palais présidentiel de Nanjing où les étudiants sont rencontrés par Chiang Kai-Shek .
- Après l'obtention de son diplôme, elle devient assistante à l'Université de Zhejiang. Elle devient chercheuse à l'Institut de physique de l'Academia Sinica.
- Sa superviseuse l'encourage à partir aux Etats Unis et elle est acceptée à l'Université du Michigan. Son oncle, Wu Zhou-Zhi, lui fournit les fonds nécessaires.

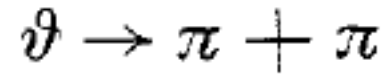


Aux Etats Unis

- Elle étudie à l'Université de Californie à Berkeley sous la direction d'Ernest Lawrence et passe son doctorat en 1940.
- Deux ans plus tard, elle épouse Luke Chia-Liu Yuan, physicien également. Ils ont un fils, Vincent, qui deviendra lui aussi physicien. La famille déménage sur la côte est, où elle enseigne au Smith College, à l'université de Princeton (1942-1944), puis à l'université Columbia (1944-1980).
- À Columbia, elle contribue au Projet Manhattan en développant un processus pour séparer les isotopes d'uranium par diffusion gazeuse, et en développant des compteurs Geiger améliorés.
- Elle assiste Lee dans son travail sur les lois de parité (avec Yang), en validant par l'expérience avec sa propre équipe les hypothèses qu'ils ont émises : elle montre en 1956 que la parité est violée lors de la désintégration β d'atomes de cobalt 60. Cette contribution est considérée comme fondamentale dans la validation de leurs hypothèses

Son livre **Beta decay (La Désintégration β)**, publié en 1965, reste une référence.

Ce qui a tout déclenché ... développement des chambres de Wilson, chambres à étincelles, puis chambres à fils avec cosmiques



τ et θ ne devraient pas être les mêmes particules ? Dalitz et Fabri 1953. Pourtant elles ont la même masse et la même décroissance ou temps de vie

Pourquoi ?



à partir de ces informations, on peut déduire les masses et le temps d'interaction: **particules étranges**

$M_{\Lambda^0} c^2 = 1115.6 \pm 0.06 \text{ MeV}$ (baryon), $M_{K^0} c^2 = 497.8 \pm 0.15 \text{ MeV}$ (mésons)
Temps de vie très longs/ceux de l'interaction forte: $2 \cdot 10^{14}$ fois plus

En 1956, **Lee et Yang (Phys. Rev 104, 254)** doutent est ce que la **parité est conservée dans l'interaction faible ?** Ils proposent des conditions expérimentales pour le vérifier

PHYSICAL REVIEW

VOLUME 104, NUMBER 1

OCTOBER 1, 1956

Question of Parity Conservation in Weak Interactions*

T. D. LEE, *Columbia University, New York, New York*

AND

C. N. YANG, *Brookhaven National Laboratory, Upton, New York*

(Received June 22, 1956)

The question of parity conservation in β decays and in hyperon and meson decays is examined. Possible experiments are suggested which might test parity conservation in these interactions.

RECENT experimental data indicate closely identical masses¹ and lifetimes² of the θ^+ ($=K_{r1}^+$) and the τ^+ ($=K_{r2}^+$) mesons. On the other hand, analyses³ of the decay products of τ^+ strongly suggest on the grounds of angular momentum and parity conservation that the τ^+ and θ^+ are not the same particle. This poses a rather puzzling situation that has been extensively discussed.⁴

One way out of the difficulty is to assume that parity is not strictly conserved, so that θ^+ and τ^+ are two different decay modes of the same particle, which necessarily has a single mass value and a single lifetime. We wish to analyze this possibility in the present paper against the background of the existing experimental evidence of parity conservation. It will become clear that existing experiments do indicate parity conservation in strong and electromagnetic interactions to a high degree of accuracy, but that for the weak interactions (i.e., decay interactions for the mesons and hyperons, and various Fermi interactions) parity conservation is so far only an extrapolated hypothesis unsupported by experimental evidence. (One might

PRESENT EXPERIMENTAL LIMIT ON PARITY NONCONSERVATION

If parity is not strictly conserved, all atomic and nuclear states become mixtures consisting mainly of the state they are usually assigned, together with small percentages of states possessing the opposite parity. The fractional weight of the latter will be called \mathfrak{P}^2 . It is a quantity that characterizes the degree of violation of parity conservation.

The existence of parity selection rules which work well in atomic and nuclear physics is a clear indication that the degree of mixing, \mathfrak{P}^2 , cannot be large. From such considerations one can impose the limit $\mathfrak{P}^2 \lesssim (r/\lambda)^2$, which for atomic spectroscopy is, in most cases, $\sim 10^{-6}$. In general a less accurate limit obtains for nuclear spectroscopy.

Parity nonconservation implies the existence of interactions which mix parities. The strength of such interactions compared to the usual interactions will in general be characterized by \mathfrak{P} , so that the mixing will be of the order \mathfrak{P}^2 . The presence of such interactions



FEMMES & SCIENCES
a s s o c i a t i o n

CPT théorème

« One could also use the weak interactions to differentiate between matter and anti-matter once one chooses a definition of right vs. left. If time reversal invariance is violated, the weak interactions may even serve to differentiate simultaneously right from left, and matter from anti-matter. One senses herein that maybe the origin of the weak interactions is intimately tied in with the question of the differentiability of left from right, and of matter from anti-matter ».

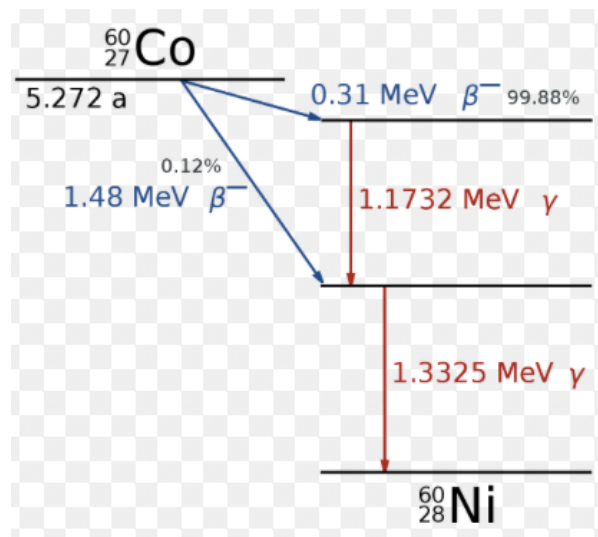
Yang Nobel Price lecture 1957

Sylvaine Turck-Chièze 16 Juillet 2018



Le rôle de Mme Wu (Columbia): réaliser la première expérience

Expérience sur le Cobalt $^{60}\text{Co} \rightarrow ^{60}\text{Ni} + e^- + \nu + 2\gamma$



ϑ

Experimental Test of Parity Conservation in Beta Decay*

C. S. WU, *Columbia University, New York, New York*

AND

E. AMBLER, R. W. HAYWARD, D. D. HOPPES, AND R. P. HUDSON,
National Bureau of Standards, Washington, D. C.

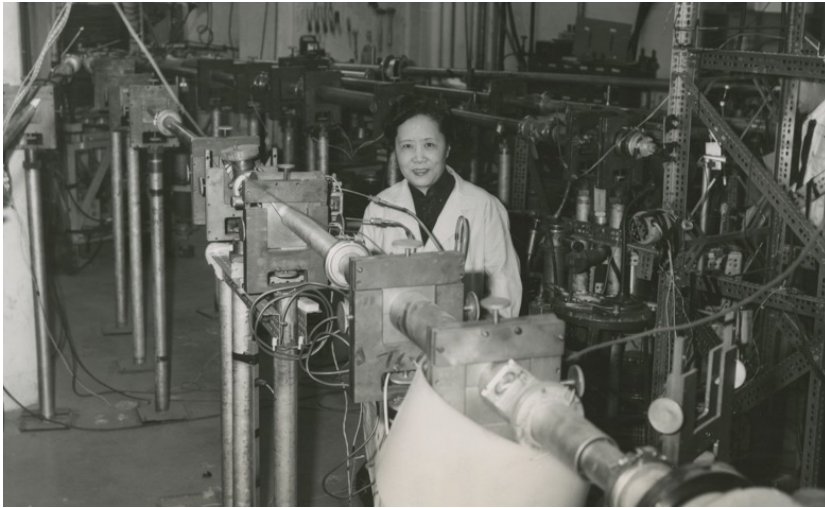
(Received January 15, 1957)

IN a recent paper¹ on the question of parity in weak interactions, Lee and Yang critically surveyed the experimental information concerning this question and reached the conclusion that there is no existing evidence either to support or to refute parity conservation in weak interactions. They proposed a number of experiments on beta decays and hyperon and meson decays which would provide the necessary evidence for parity conservation or nonconservation. In beta decay, one could measure the angular distribution of the electrons coming from beta decays of polarized nuclei. If an asymmetry in the distribution between θ and $180^\circ - \theta$ (where θ is the angle between the orientation of the parent nuclei and the momentum of the electrons) is observed, it provides unequivocal proof that parity is not conserved in beta decay. This asymmetry effect has been observed in the case of oriented Co^{60} .

It has been known for some time that Co^{60} nuclei can be polarized by the Rose-Gorter method in cerium magnesium (cobalt) nitrate, and the degree of polarization detected by measuring the anisotropy of the succeeding gamma rays.² To apply this technique to the present problem, two major difficulties had to be over-

Wu et al Phys. Rev. 1957, 105, 1413

*Réelle asymétrie de comptage
confirmée par d'autres expériences de différents
groupes.*



**Expérience publiée en Janvier
1957: 2 pages
expérience faite à $1.2\text{K} \pm 0.01$
60% polarisation**

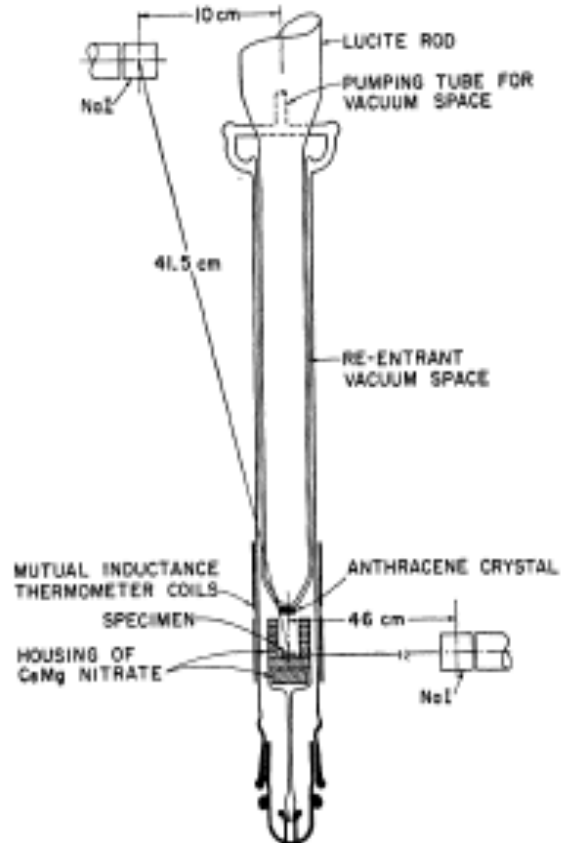
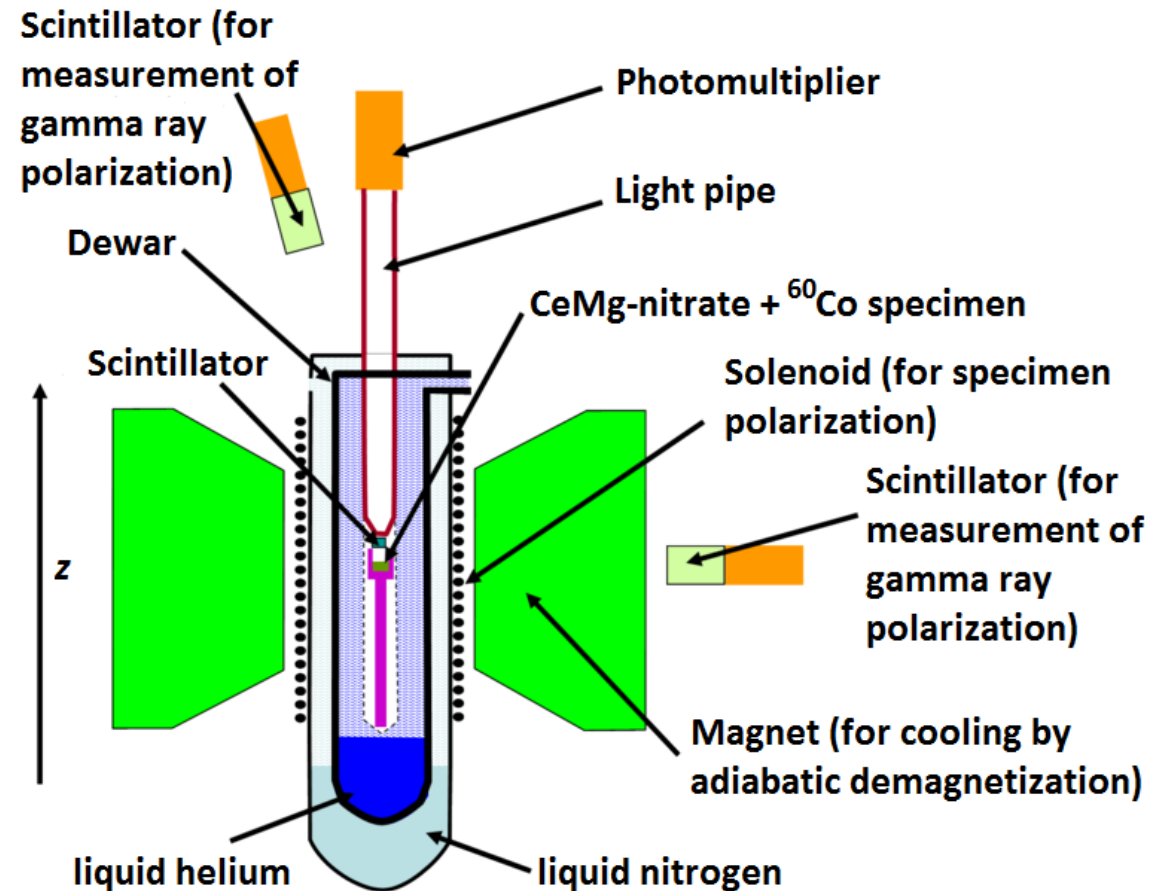
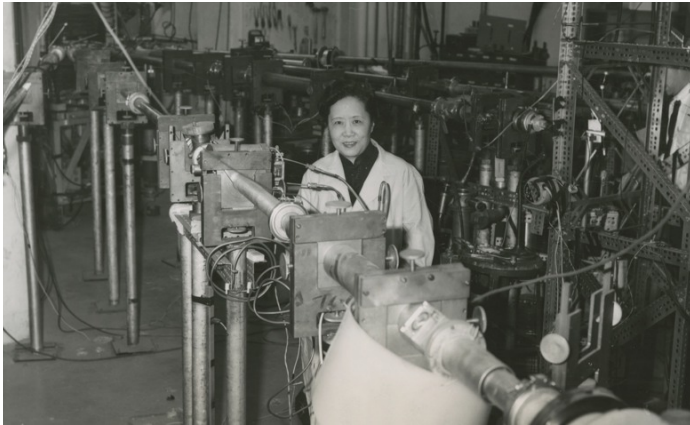


Fig. 1. Schematic drawing of the lower part of the cryostat.





Résultats expérience Wu et al.

« Most of the electrons favored a very specific direction of decay, opposite to that of the nuclear spin. The experiment indicates not only that the conservation of parity is violated but also that invariance under charge conjugation is violated too »

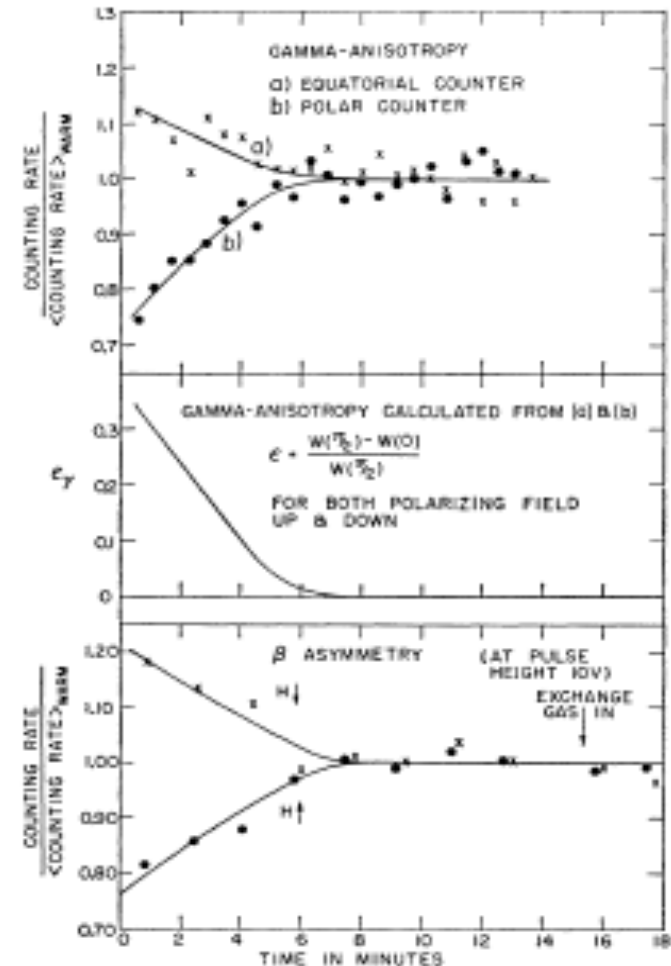
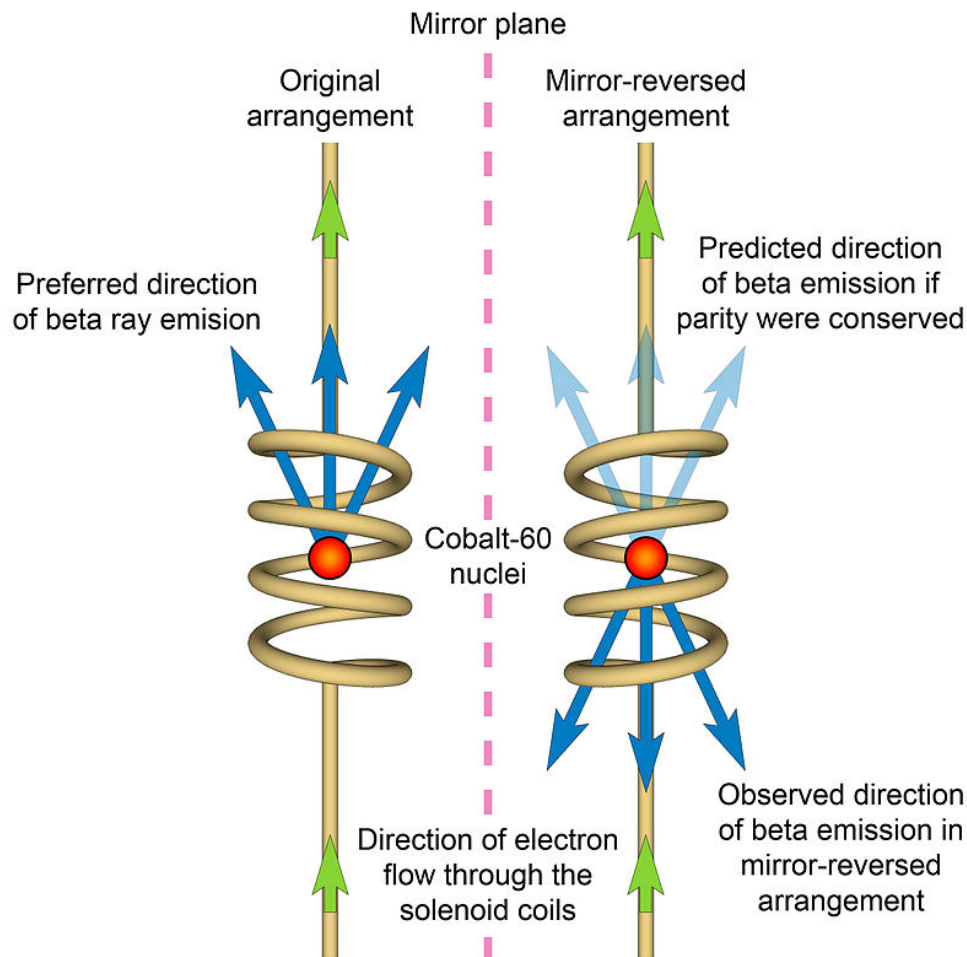


Fig. 2. Gamma anisotropy and beta asymmetry for polarizing field pointing up and pointing down.



Et ensuite

- Plus tard, elle dirigea des recherches sur les changements de conformation de la molécule d'hémoglobine, responsables de l'anémie falciforme.
- Ensuite elle a posé des jalons pour l'avancement des femmes en plusieurs occasions. Elle fut notamment :
 - la première instructeur femme au Département de physique de l'université de Princeton ;
 - la première femme titulaire d'un doctorat honoris causa de Princeton ;
 - la première femme président de la Société américaine de physique (élue en 1975).
- Membre de l'académie nationale des science aux EU en 1958
- Elle reçut de nombreux prix dont le prix Wolf en 1978



Et depuis

FEMMES & SCIENCES
a s s o c i a t i o n

1965: Glashow, Salam Weinberg: théorie unifiée des forces électromagnétiques et faibles: W^+ , W^- , Z^0

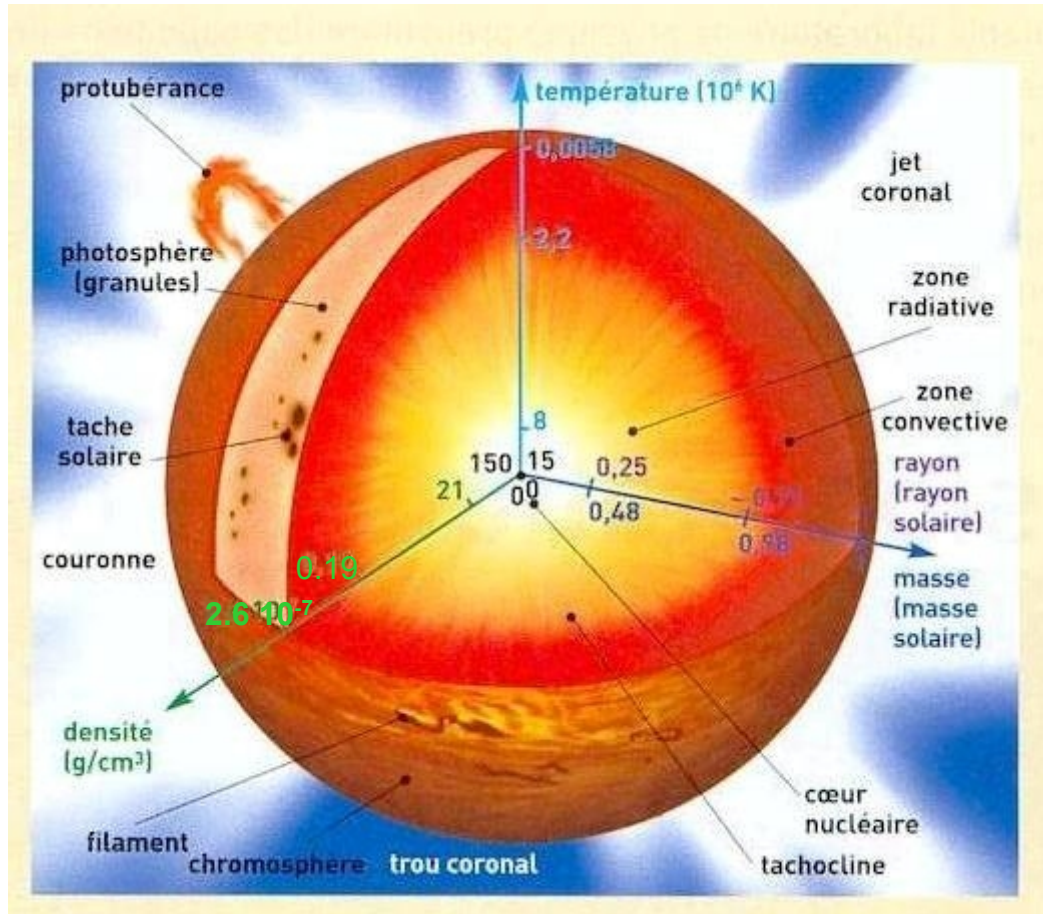
**Diffusion élastique $e^- + p^-$ –qui interagit par interaction électromagnétique:photon et par interaction faible: Z^0
portée: 10^{-18} cm CEBAF HAPPEX (polarimètre Compton DAPNIA) Asymétrie de $1.6 \cdot 10^{-6}$ pour hydrogène mesurée à 1% près**

Boson de Higgs (2012, 2013) 125-126 GeV à l'origine de la brisure de symétrie Prix Nobel 2013: Englert &Higgs

Sylvaine Turck-Chièze 16 Juillet 2018

L'évolution du Soleil est régie par l'interaction faible

- $p+p \rightarrow D + e^+ + \nu_e$ $p \rightarrow n + e^+ + \nu_e$
- taux de réaction $3.09 \cdot 10^{-37} n_p^2 T_6^{-2/3} \exp(-33.81 T_6^{-1/2}) * f(T)$
- Production d'énergie: $4p + 2e^- \rightarrow {}^4\text{He} + 2\nu_e + 27 \text{ MeV}$



Luminosité sur terre $1.36 \cdot 10^6 \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$

énergie / réaction:

26 MeV pour 2 neutrinos

d'où $6.5 \cdot 10^{10} \text{ neutrinos/cm}^2/\text{s}$

principalement pp

Sensibilité à la température

$\nu_p \text{ prop } T^{-1/2}$

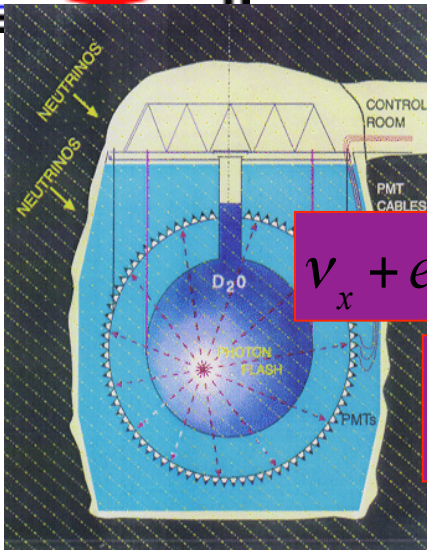
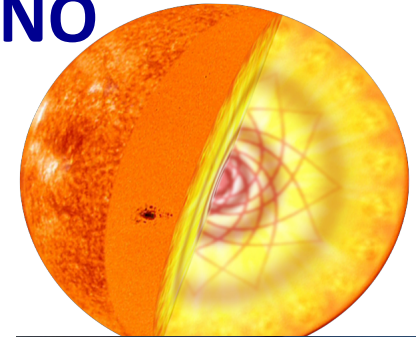
$\nu_B \text{ prop } T^{24}$

température centrale connue aujourd'hui

à $0.1 \cdot 10^6 \text{ K}$ près

Prédictions modèle sismique-résultats de SNO pour le flux de neutrinos ^8B

Turck-Chièze et al. ApJ Lett. 2001, 555, L69, PRL 2004
 Couvidat, Turck-Chièze et Kosovichev, ApJ, 2003, 599, 1434
 Ahmed et al. SNO collaboration 2004



Seismic model $4.95 \pm 0.72 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

Seismic model 2004: $5.25 \pm 0.75 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

$$\nu_x + e^- \rightarrow \nu_x + e^- \quad x = e, \mu, \tau \quad \Phi = 2.21 \pm 0.3 \pm 0.1$$

$$\nu_e + D \rightarrow p + p + e^- \quad \Phi = 1.59 \pm 0.07 \pm 0.07$$

$$\approx \nu_e + \approx 16\% \nu_{\mu, \tau}$$

- Sum of the 3 species: $\nu_e + \nu_{\mu, \tau} = 5.17 \pm 0.64 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$

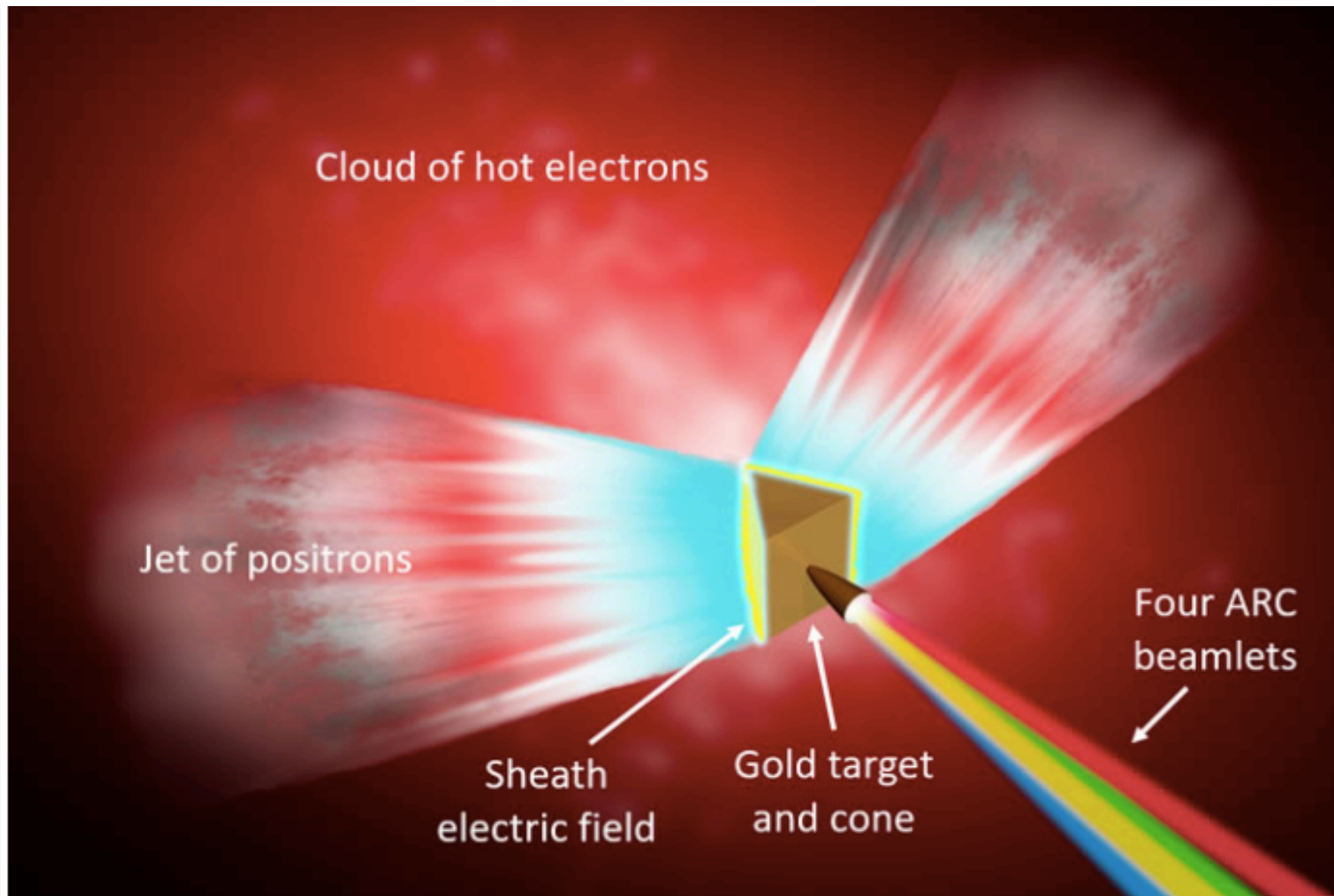
$$\text{NC } \nu_x + D \rightarrow \nu_x + p + n \quad \Phi = 5.21 \pm 0.27 \pm 0.38 \cdot 10^6 \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$$



Excellent agreement between 2 different independent approaches.
Predictions are under control thanks to helioseismology
End of the neutrino puzzle ! The neutrinos oscillate and have a mass



**La fascination pour
le Soleil et les
étoiles est toujours
forte pour des
raisons
fondamentales et
pour des raisons
sociétales**



The diagram shows ARC's four laser beamlets striking the gold target's cone, which reflects the light to the cone tip, increasing the laser intensity to reach the level needed to generate relativistic (near light speed) electrons that interact with the gold atoms to produce gamma rays. The gamma rays convert into electrons and positrons. The positrons exit the target in jets that interact with the hot electron cloud and then form the matter-antimatter plasma. Credit: Mark Meamber

NIF 2018

- Sans doute que, si nous sommes là à en discuter, c'est à cause des propriétés des interactions faibles....

L'Univers a préféré la matière à l'antimatière ...

- A vous de continuer cette recherche !!



Membre du Conseil académique de l'Université Paris Saclay (2015-2019) mise en place du mentorat auprès des étudiantes doctorantes avec le collège doctoral
Présidente de l'association Femmes et Sciences (2014-2018)

La science européenne doit prendre en charge tous ses talents face à la montée des pays asiatiques, il est possible que 60-70% d'entre vous ne travailleront pas dans la recherche mais auront un métier intéressant...

Ca se prépare et ça s'organise ...

https://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_gender_equality/she_figures_2015-final.pdf

Pourcentage de femmes sur postes grade A des universités, toutes disciplines, 2013 et 1997 ou 1998					
Pays	% 2013	% 1997 ou 1998	Pays	% 2013	% 1997 ou 1998
Macédoine	66,7		UE-28	20,9	
Malte	44,5		Espagne	20,9	13,2
Croatie	38,0		Autriche	20,3	6,0
Lettonie	34,4		Grèce	19,6	9,5
Bulgarie	31,7		France	19,3	13,8
Roumanie	29,7		Suisse	19,3	5,7
Irlande	28,2		Danemark	19,2	7,0
Finlande	26,6	18,4	Royaume-Uni	17,5	8,5
Islande	26,3	8,0	Allemagne	17,3	5,9
Norvège	25,2	11,7	Estonie	17,2	
Portugal	25,0	17,0	Luxembourg	16,5	
Hongrie	24,1		Pays-Bas	16,2	5,0
Suède	23,8	11,0	Belgique	15,6	7,0 et 5,1
Slovaquie	23,7		Lithuanie	14,4	
Pologne	22,6		Rép. tchèque	13,1	
Slovénie	22,5		Chypre	10,8	
Italie	21,1	11,0			

Données 1997 ou 1998 tirées du rapport ETAN

Données 2013 tirées de *She Figures 2015*

Quelques chiffres européens

Jusqu'en 2012, dans EU28, 47% des titulaires d'un doctorat sont des femmes, alors qu'elles ne constituent qu'un tiers des chercheurs toutes disciplines confondues.

En 2013 47% de grade D, 45% grade C, 37% grade B (maîtres de conférences), 21% de grade A (professeur)

http://www.genderportal.eu/sites/default/files/resource_pool/PB1_RecruitPromote_Start.pdf

FEMMES & SCIENCES a s s o c i a t i o n

Association Nationale

**Promouvoir les sciences et techniques auprès des jeunes
en particulier auprès des jeunes filles**

Promouvoir les femmes dans les sciences

Analyser les situations et proposer des solutions



www.femmesetsciences.fr

FEMMES & SCIENCES
a s s o c i a t i o n

Principales actions

10000 jeunes rencontrés en France

Films de parcours, brochures dont 40 femmes scientifiques remarquables, relation avec les ministères pour des analyses spécifiques

Relations avec les étudiants

Développement du mentorat pour les doctorantes en province et Ile de France

Colloques annuels avec actes: **16 Novembre 2018 avec le CNAM: Femmes et technologie** www.femmesetsciences.fr

FEMMES & SCIENCES
a s s o c i a t i o n

**Les filles se sentent moins légitimes que les garçons ???
mais ce n'est pas justifié !!**

En effet, les filles comme les garçons peuvent contribuer à de nombreux métiers scientifiques, différents jour après jour et à des niveaux différents d'études: bac + 2-3, bac +5, bac +8

Beaucoup d'industriels attendent les femmes, dans le numérique, les starts up et bien d'autres secteurs: énergie, environnement, automobile, biotechnologie, aéronautique... justement pour leur potentialité dans ces secteurs.

Les sciences et les techniques sont pour tous, des métiers passionnants et variés ... Chacun et chacune doit y trouver sa place