

<http://emmanuelplaut.perso.univ-lorraine.fr/nucleaire/historique.pdf>

## **CE55 : Physique de la production d'énergie nucléaire**

Emmanuel Plaut  
Mines Nancy, octobre 2014

### **Complément 1 :**

#### **Historique de la mise en place de la physique nucléaire**

**De la radioactivité**

**et la relativité**

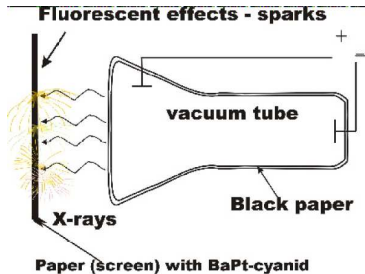
**à la physique nucléaire**

## Le début de l'histoire : la découverte des rayons X par Röntgen fin 1895

Physicien allemand



son tube de Crookes



la main  
de son épouse !



En 1912, von Laue, un autre physicien allemand,  
montrera par une expérience de diffraction  
que ce sont bien des rayons électromagnétiques

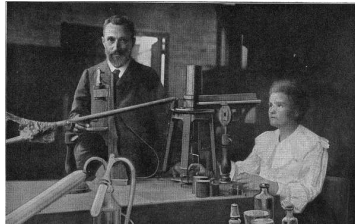
longueur d'onde  $\lambda \simeq 1 \text{ nm} \leftrightarrow$  énergie  $E_{\text{phX}} \simeq 1 \text{ keV} \gg E_{\text{phUltraviolet}}$

**Röntgen expose à l'académie des sciences de Paris  
en janvier 1896**

**Poincaré demande à Becquerel d'étudier ces phénomènes**

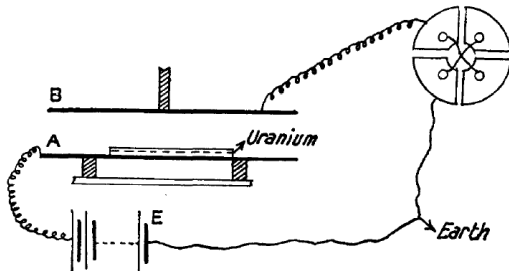
**Celui-ci découvre accidentellement la  
radioactivité naturelle de l'Uranium en 1896**

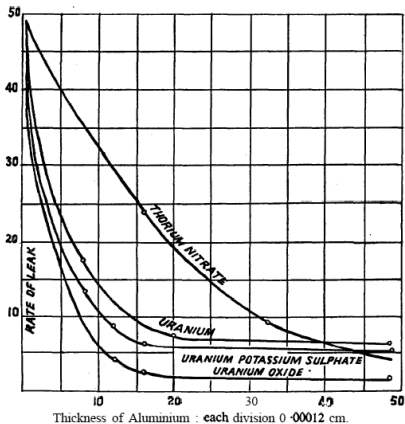
**Les Curie s'attaquent à l'étude des « rayons uraniques »  
et du minerai d'uranium dès 1897**



**Ils isolent en 1898 deux nouveaux éléments « radioactifs »,  
le polonium et le radium**

## Rutherford, physicien anglais, s'attaque lui aussi à l'étude des « rayons uraniques »





## Rutherford démontre en 1899 que ces radiations sont de 2 types différents :

- ▶ Des radiations  $\alpha$  peu pénétrantes
- ▶ Des radiations  $\beta$  fortement pénétrantes

## Des physiciens comme Rutherford pressentent déjà des applications énergétiques

En rapportant sur la radioactivité du radium et la chaleur produite, Rutherford écrit :

*'This evolution of heat is enormous,  
compared with that emitted in any known chemical reaction...  
The atoms of matter must consequently be regarded  
as containing enormous stores of energy...'*

[ *Encyclopaedia Britannica* 1911 ]

**Justement sur la notion d'énergie,  
la théorie de la relativité est développée par Einstein en 1905,  
dans le sillage de travaux de Lorentz (physicien néerlandais)  
et Poincaré**

Transformation de Lorentz entre 2 référentiels en translation uniforme à la vitesse  $v$  :

$$\begin{cases} x' &= \gamma (x - \beta ct) \\ ct' &= \gamma (ct - \beta x) \end{cases}$$

$$\text{avec } \beta = \frac{v}{c} \text{ et } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} > 1.$$

Expression relativiste de l'énergie :

$$E = m \gamma c^2 .$$

Par identification de la limite classique, on découvre

$$\text{l'énergie de masse } E = mc^2 .$$

## L'énergie de masse ou nucléaire est élevée !

$$m_p = 1,007 \text{ uma} , \quad m_n = 1,009 \text{ uma}$$

$$\text{uma} = \frac{1 \text{ g}}{N_A} = \frac{1 \text{ g}}{6,022 \cdot 10^{23}} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$V = \frac{\text{uma} c^2}{q_e} = 931 \text{ MV} \quad \Longleftrightarrow \quad E_{\text{nucléaire}} = \text{uma} c^2 = 931 \text{ MeV}$$



## Mise en place de la physique nucléaire

- ▶ 1895 : découverte des rayons X (Röntgen)
- ▶ 1896-98 : radioactivité de l'uranium, polonium, radium (B.-Curie)
- ▶ 1896 : rayons cathodiques = électrons (Thomson)
- ▶ 1899 : radioactivités  $\alpha$  et  $\beta$  (Rutherford)
- ▶ 1900 : loi de décroissance d'1 population radioactive (Rutherford) :

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N .$$

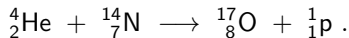
- ▶ 1905 :  $E = mc^2$  (Einstein)
- ▶ 1908 : découverte du noyau des atomes (Rutherford)
- ▶ 1909 : radioactivité  $\alpha$  = émission de noyaux d'Hélium (Rutherford) :

$$\alpha = {}_2^4\text{He} .$$

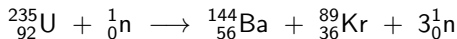
- ▶ 1912 : les rayons X ou  $\gamma$  sont des ondes électromagnétiques (Laue)

## Mise en place de la physique nucléaire

- ▶ 1919 : 1<sup>ère</sup> **réaction nucléaire** reconnue (Rutherford),



- ▶ 1927 : découverte du neutron (Chadwick)
- ▶ 1932-34 : radioactivités  $\beta$  = électrons ou positrons (Pauli-Perrin-Fermi)
- ▶ 1937 : modèle de la goutte liquide vibrante pour le noyau (Bohr)
- ▶ 1938-39 : 1<sup>ère</sup> **réaction de fission nucléaire reconnue**



par Hahn (*expérimentateur*), Meitner & Frisch (*théoriciens*)

## Bibliographie : traités

Arzhanov, V. 2009 *Reactor Physics*.  
KTH Lectures.

Bodansky, D. 2004 *Nuclear Energy. Principles, practices and prospects*.  
Springer.

Diop, C. 2006 Les bases de la physique nucléaire.  
*Techniques de l'ingénieur, traité Énergies* **BN3010**.