

L'énergie nucléaire, hier, aujourd'hui et demain

1^{ère} partie :
La genèse et les premiers pas

Michel Simon

22 mars 2021



1789 : une révolution?

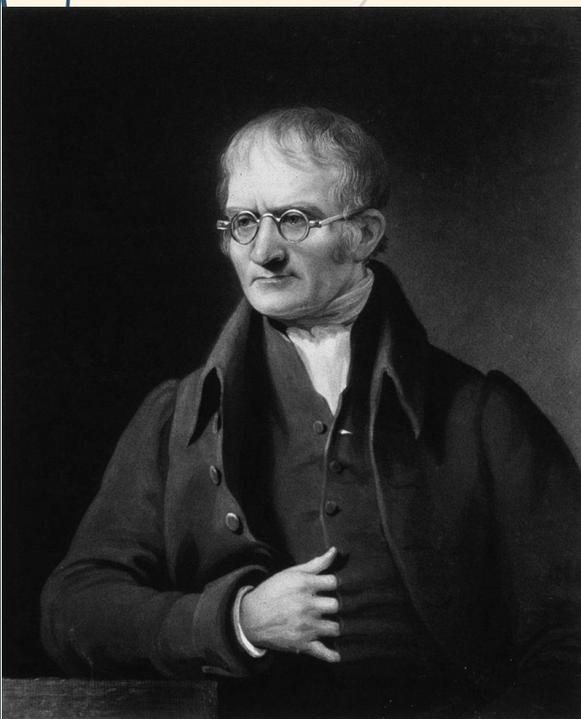
- ❖ **Martin Heinrich KLAPROTH découvre deux nouveaux éléments:**
 - **l'Uranium (sous forme d'oxyde)**
 - **Sous-produit d'une mine d'argent**
 - **Pechblende ~ « minerai poisseux »**
 - **L'Uranium métal ne sera isolé en qu'en 1841**
 - **Le Zirconium**

- ❖ **Lavoisier publie son « *Traité élémentaire de Chimie* »**



Le modèle atomique de Dalton

Début 19^{ème} siècle : des postulats simples:

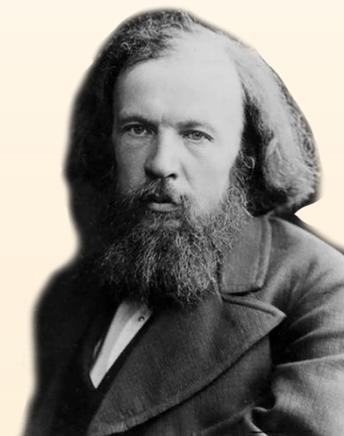


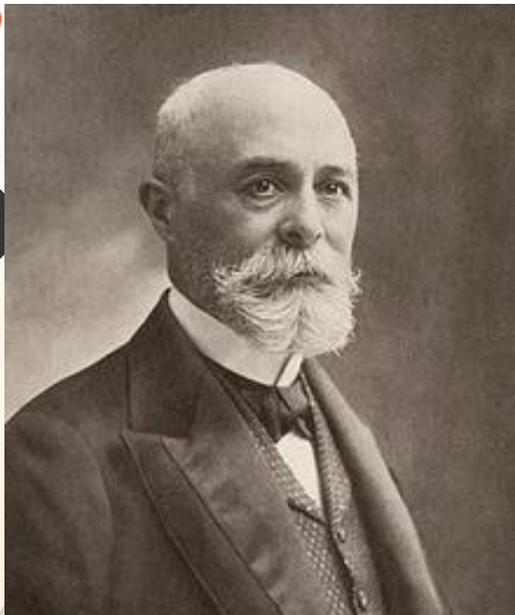
- La matière est formée de particules, indivisibles et incassables
- Les atomes d'un même élément sont égaux entre eux
- Les atomes d'éléments différents sont différents, c.a. d. que si deux atomes sont identiques, il s'agit d'un même élément.
- Les atomes peuvent se combiner pour former des composés chimiques, en relations numériques simples.

La classification des éléments

Dmitri Mendeleïev - 1869

e^- n^0 Sym Nom Masse atomique		Solide Liquide Gazeux Inconnu	<input type="checkbox"/> Métaux alcalins <input type="checkbox"/> Métaux alcalino-terreux <input type="checkbox"/> Métaux de transition <input type="checkbox"/> Métaux pauvres <input type="checkbox"/> Lanthanides <input type="checkbox"/> Actinides	<input type="checkbox"/> Métalloïdes <input type="checkbox"/> Non-métaux <input type="checkbox"/> Halogènes <input type="checkbox"/> Gaz rares													
1 H Hydrogène 1,01					2 He Hélium 4,00												
3 Li Lithium 6,94	4 Be Béryllium 9,01					10 Ne Néon 20,18											
11 Na Sodium 22,99	12 Mg Magnésium 24,31					18 Ar Argon 39,95											
19 K Potassium 39,10	20 Ca Calcium 40,08	21 Sc Scandium 44,96	22 Ti Titane 47,87	23 V Vanadium 50,94	24 Cr Chrome 52,00	25 Mn Manganèse 54,94	26 Fe Fer 55,85	27 Co Cobalt 58,93	28 Ni Nickel 58,69	29 Cu Cuivre 63,55	30 Zn Zinc 65,41	31 Ga Gallium 69,72	32 Ge Germanium 72,64	33 As Arsenic 74,92	34 Se Sélénium 78,96	35 Br Brome 79,90	36 Kr Krypton 83,79
37 Rb Rubidium 85,47	38 Sr Strontium 87,62	39 Y Yttrium 88,91	40 Zr Zirconium 91,22	41 Nb Niobium 92,91	42 Mo Molybdène 95,94	43 Tc Technétium (98)	44 Ru Ruthénium 101,07	45 Rh Rhodium 102,91	46 Pd Paladium 106,42	47 Ag Argent 107,87	48 Cd Cadmium 112,41	49 In Indium 114,82	50 Sn Étain 118,71	51 Sb Antimoine 121,76	52 Te Tellure 127,60	53 I Iode 126,90	54 Xe Xénon 131,29
55 Cs Césium 132,90	56 Ba Baryum 137,34	57-71 Ac Actinides (227)	72 Hf Hafnium 178,49	73 Ta Tantale 180,95	74 W Tungstène 183,85	75 Re Rhenium 186,21	76 Os Osmium 190,23	77 Ir Iridium 192,22	78 Pt Platine 195,08	79 Au Or 196,97	80 Hg Mercure 200,59	81 Tl Thallium 204,38	82 Pb Plomb 207,19	83 Bi Bismuth 208,98	84 Po Polonium (209)	85 At Astate (210)	86 Rn Radon (222)
87 Fr Francium (223)	88 Ra Radium (226)	89 Ac Actinides (227)	90 Th Thorium 232,04	91 Pa Protactinium 231,04	92 U Uranium 238,03												
			57 La Lanthane 138,91	58 Ce Cérium 140,12	59 Pr Praseodyme 140,91	60 Nd Néodyme 144,24	61 Pm Prométhium (145)	62 Sm Samarium 150,36	63 Eu Europium 151,96	64 Gd Gadolinium 157,25	65 Tb Terbium 158,93	66 Dy Dysprosium 162,50	67 Ho Holmium 164,93	68 Er Erbium 167,26	69 Tm Thulium 168,93	70 Yb Ytterbium 173,04	71 Lu Lutécium 174,97





La radioactivité naturelle

Henri Becquerel

- 4^{ème} génération d'une famille de chercheurs
- X-Ponts, Elu à l'Académie à 37 ans
- Professeur de Physique à Polytechnique
- Prix Nobel en 1903 (avec les Curie)

Travaux sur la photoluminescence de sels d'uranium

Découverte « par hasard » en 1896

d'un phénomène nouveau : rayons uraniques

Baptisés ensuite :

Radioactivité naturelle

Minerai d'uranium
(Tobernite)



Marie Curie

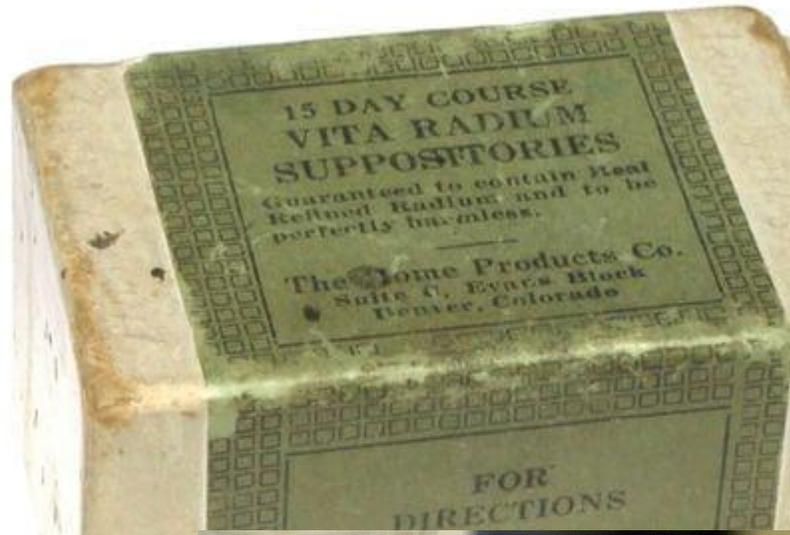
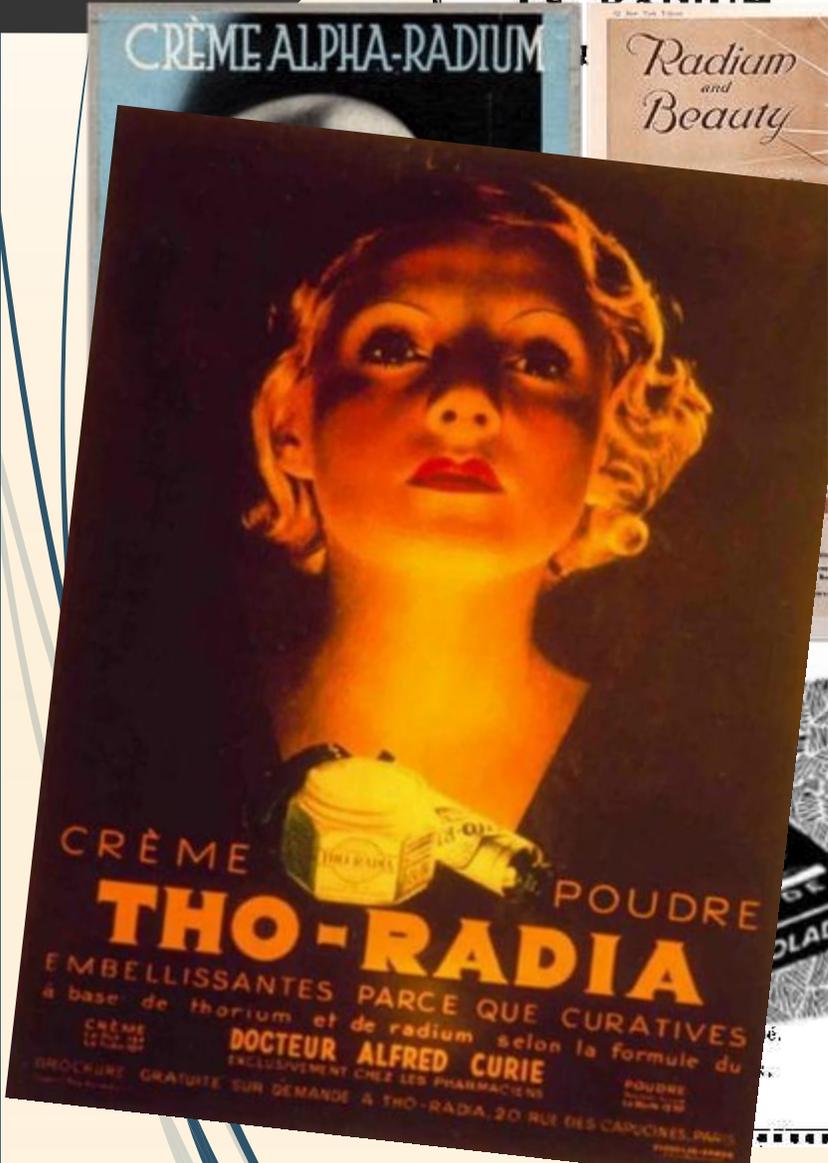
Physicienne et chimiste de génie



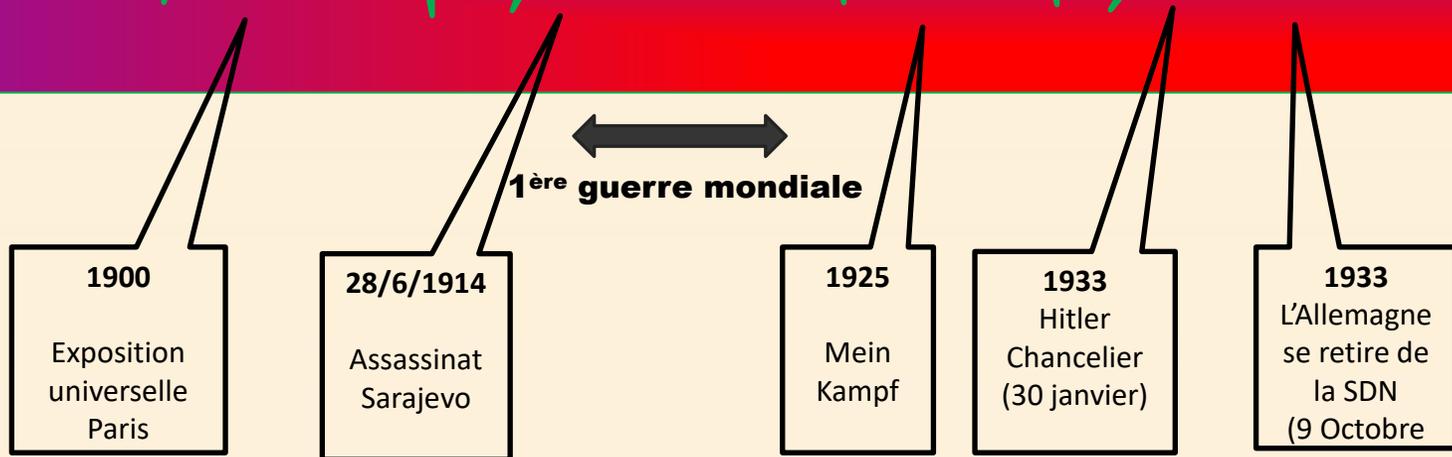
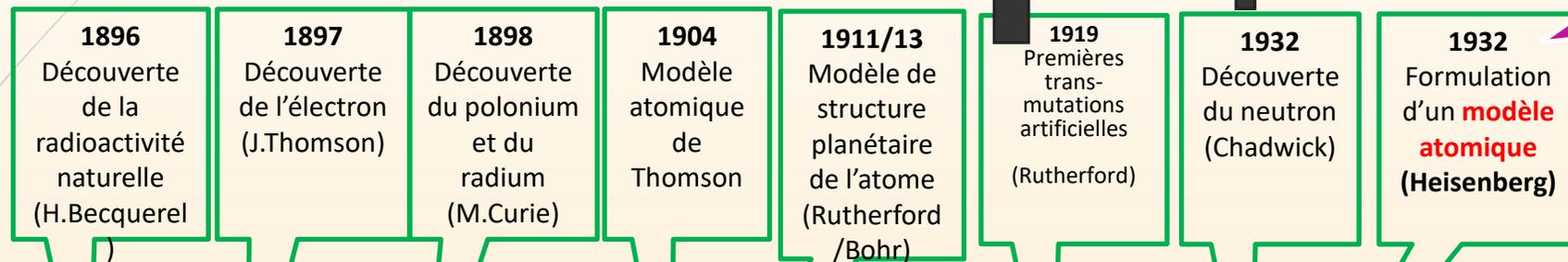
- ❑ **Née Maria Sklodowska en 1867, polonaise**
- ❑ **Épouse Pierre Curie en 1895**
- ❑ **Thèse de doctorat sur les rayons uraniques**
 - **Découvre le Polonium et le Radium**
- ❑ **Une scientifique d'exception:**
 - **1^{ère} femme prix Nobel, en 1903, (physique) (avec son mari Pierre et H. Becquerel)**
 - **1^{er} lauréat à recevoir 2 prix Nobel (1911 – Chimie), seule femme à ce jour**
 - **1^{ère} femme Dr ès sciences, Agrégée de maths et de physique...**
 - **1^{ère} femme professeur de sciences à la Sorbonne (1906)**
- ❑ **Développe la curie-thérapie**
- ❑ **Crée et exploite avec sa fille Irène les « Petites curies » pendant la guerre.**

La radioactivité, remède miracle!

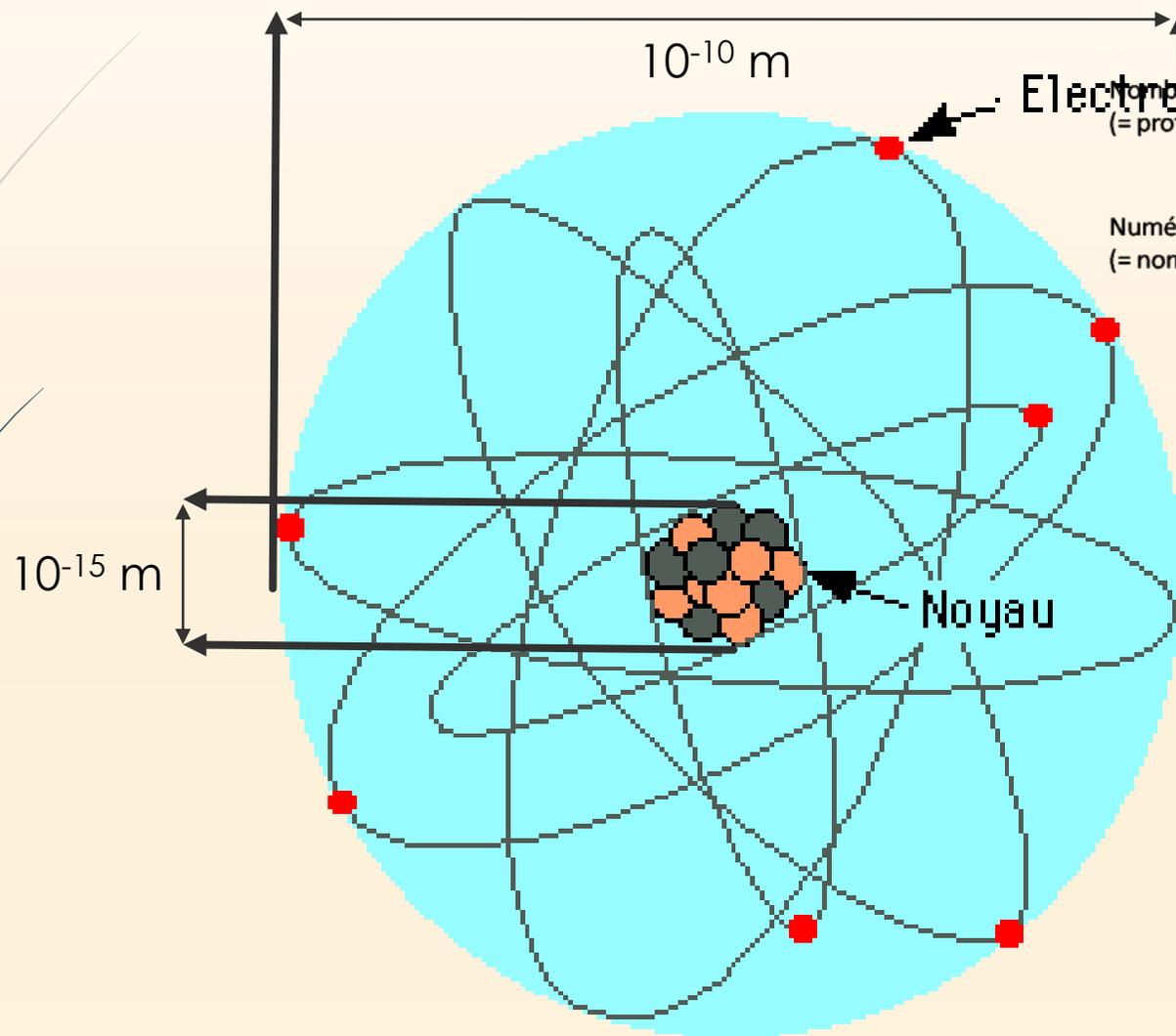
7



L'époque de la recherche



Structure de l'atome



Nombre de nucléons
(= protons + neutrons)

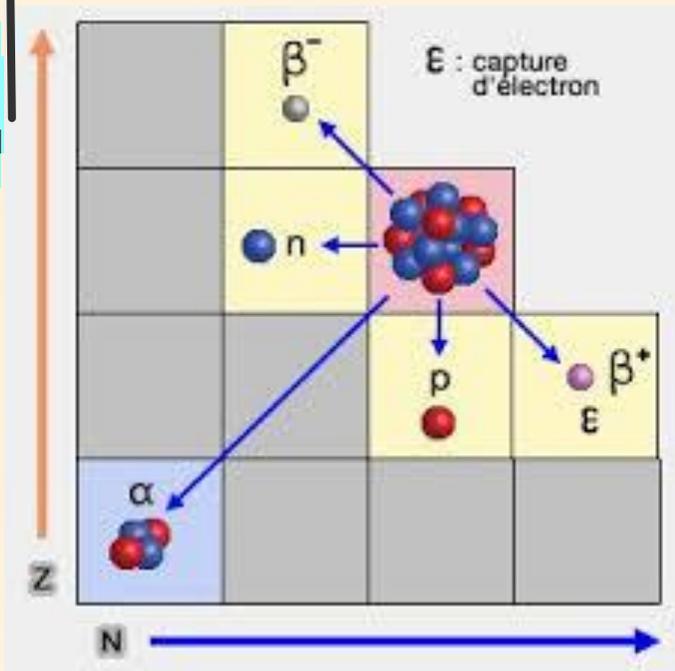
A

Numéro atomique
(= nombre de protons)

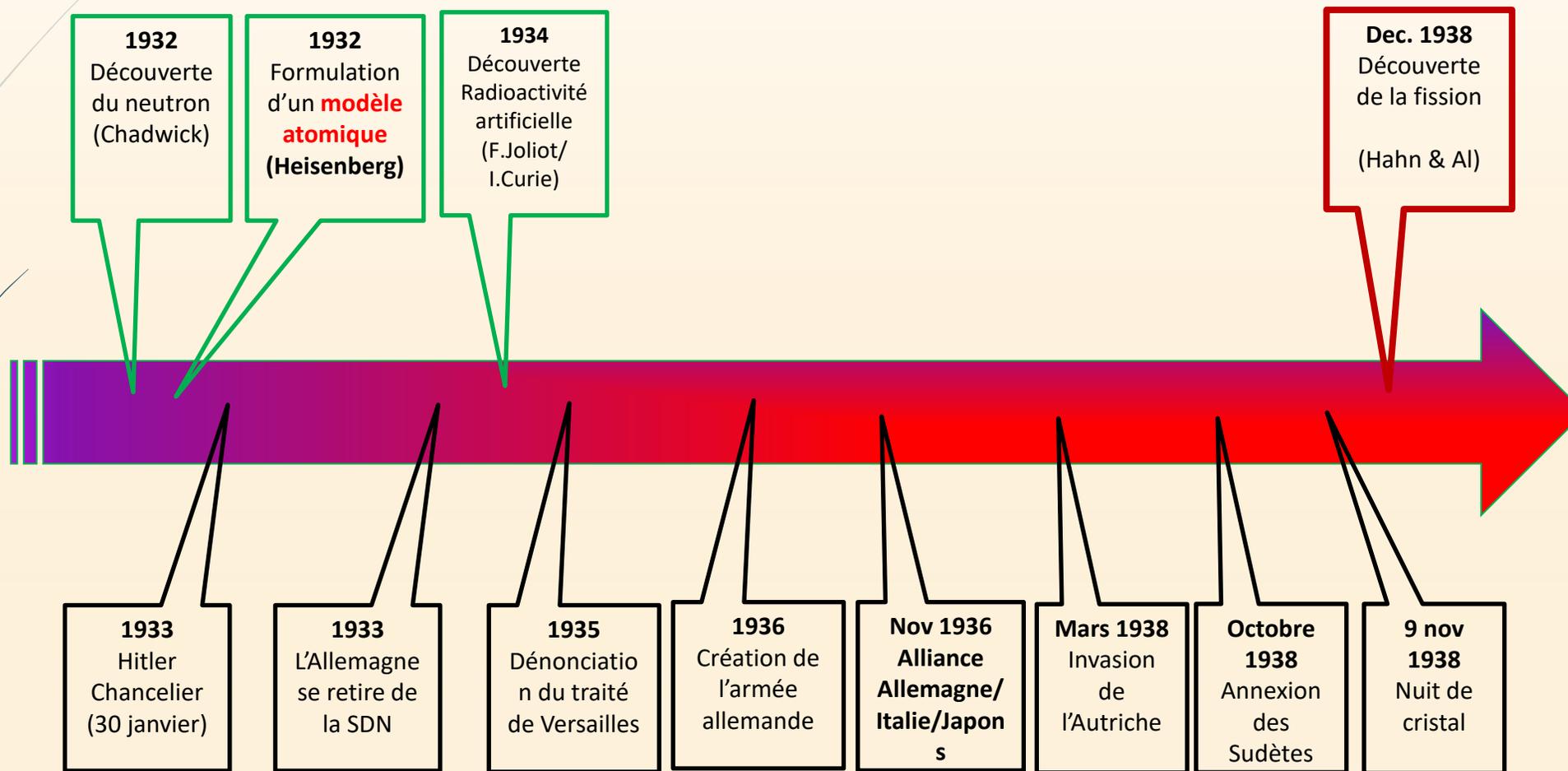
Z

X

Symbole de l'élément
(par ex : H / C / Fe / etc.)



L'époque de la recherche



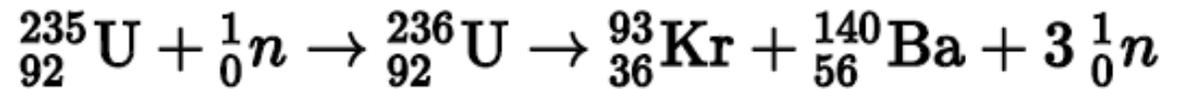
La fission de l'U235

Ecart de Masse: 0,2%

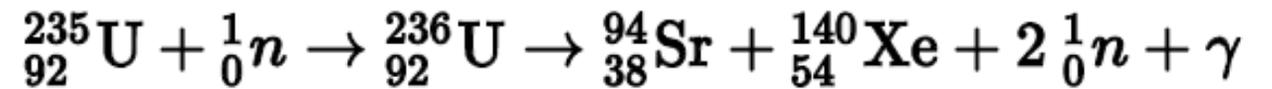
Soit une énergie libérée
de : 200 MeV

Car $E = Mc^2$

Découverte fin 1938 par
Fritz, strassmann et Lise
Meitner

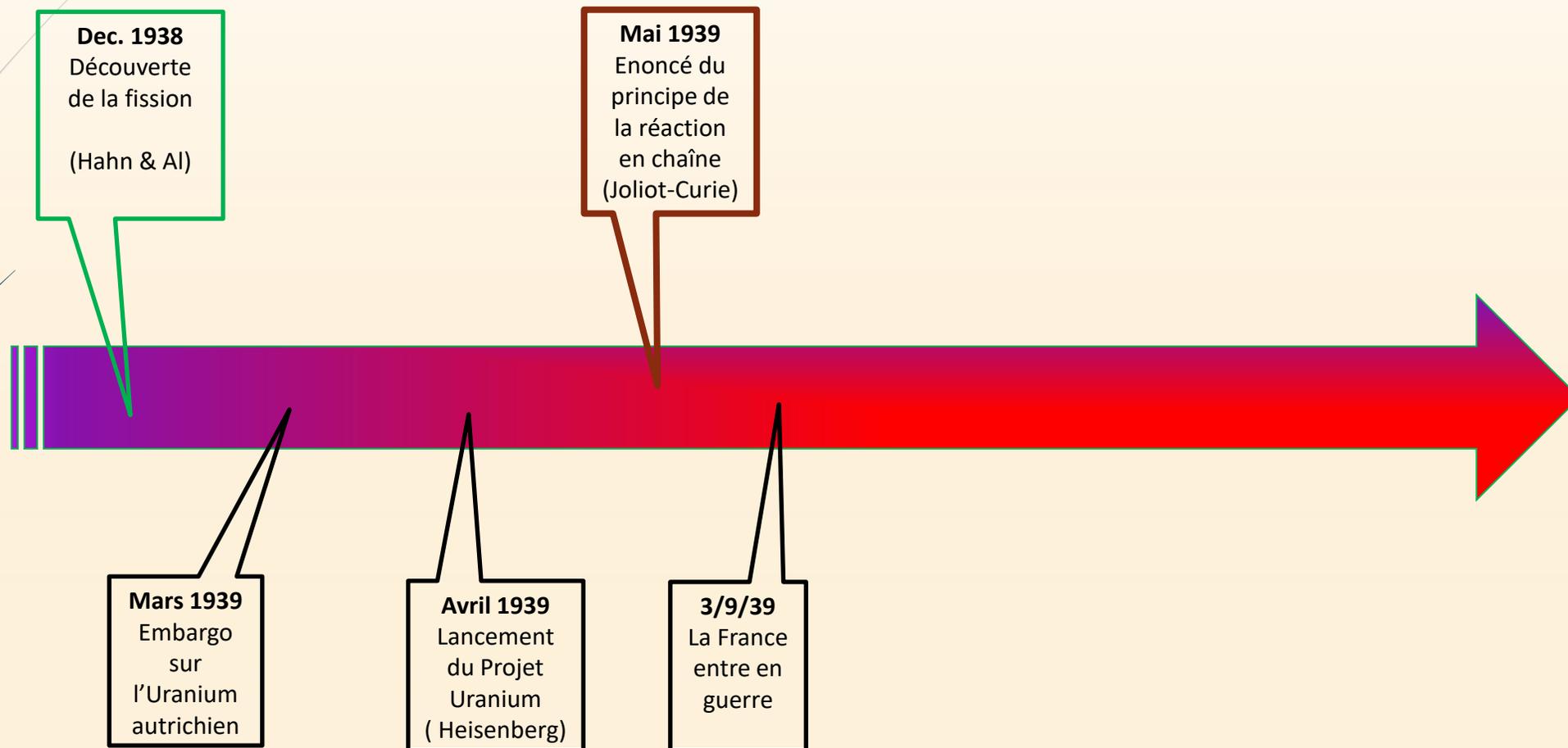


2 Exemples de fissions

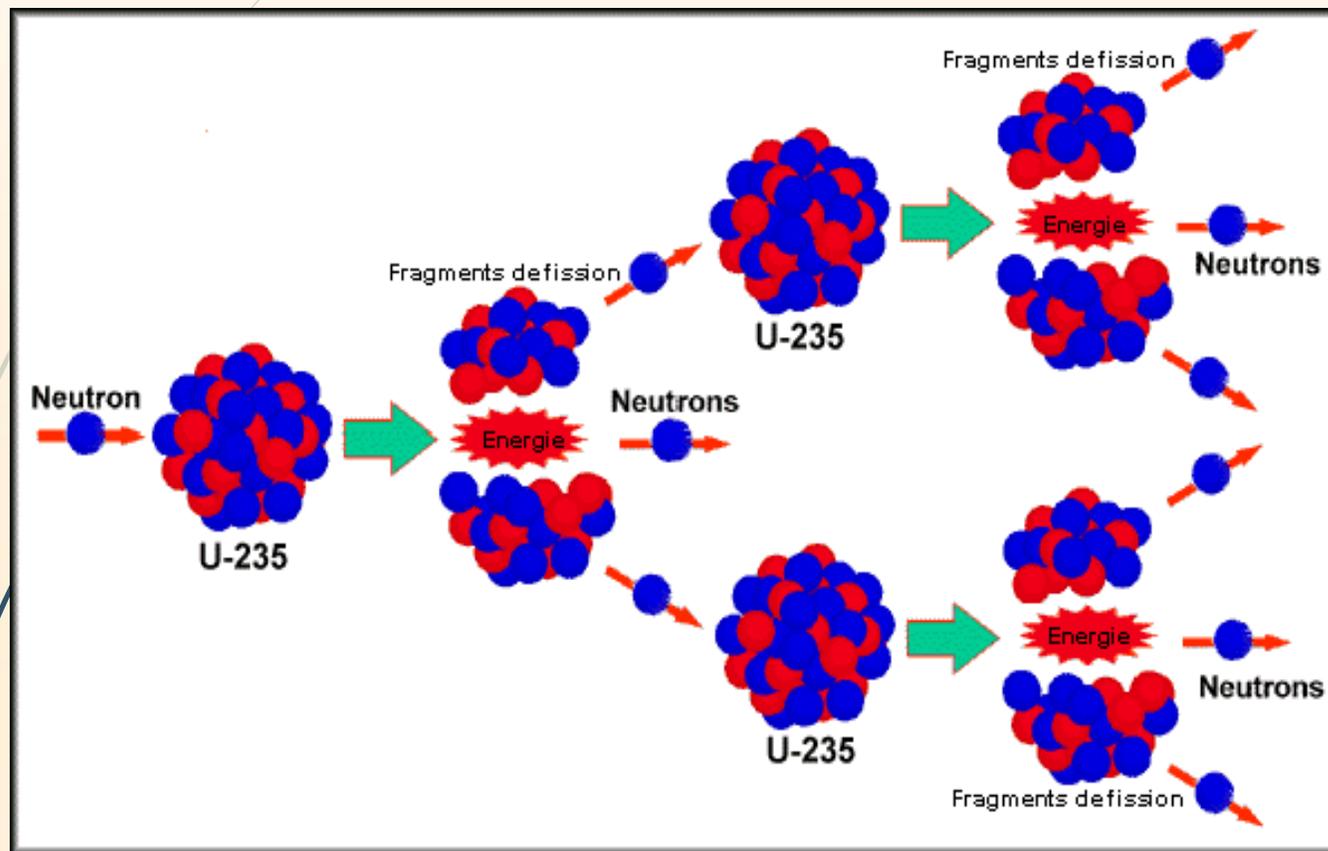



Noyau fissile

L'avant guerre...



La réaction en chaîne



► Découverte en mai 1939 par F.Joliot-Curie

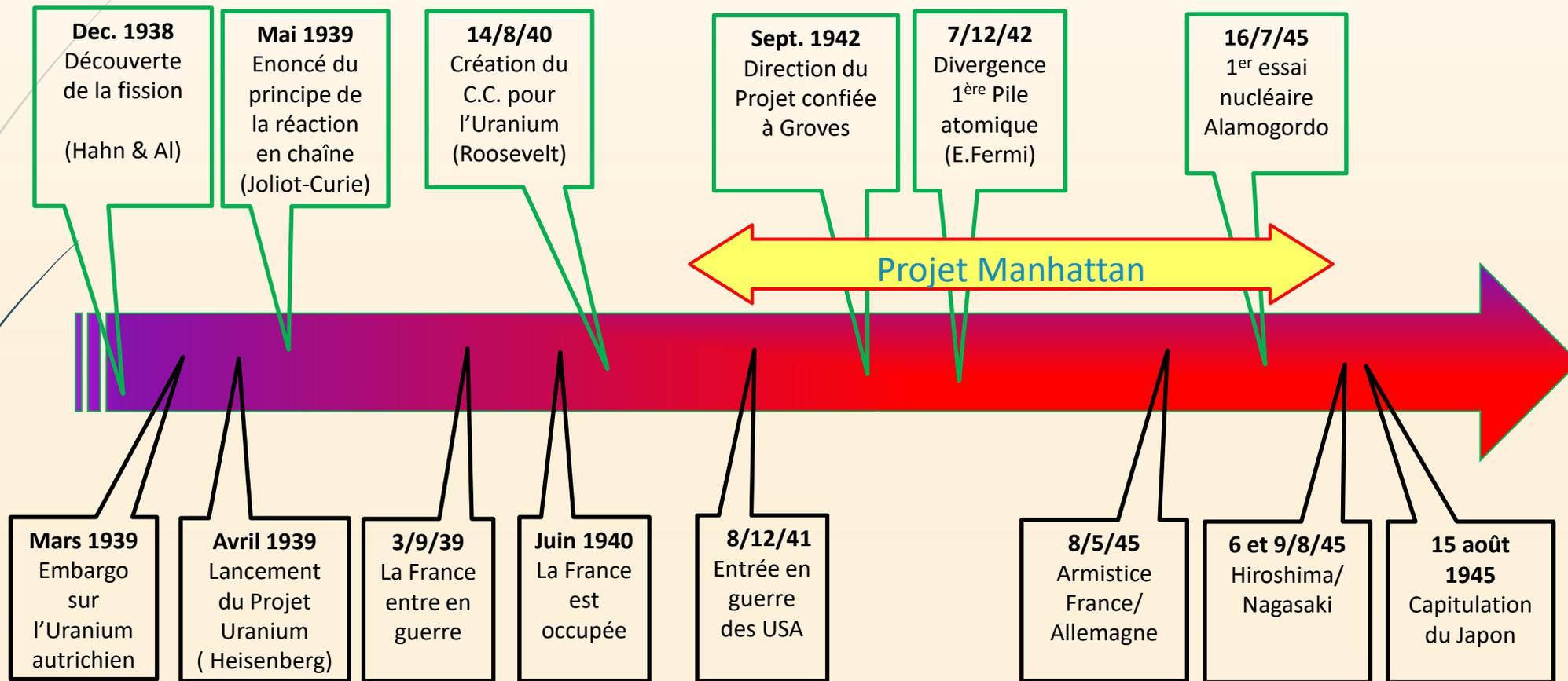
► Dégagement massif d'énergie:

- Applic. Explosives: Concentrer les atomes fissiles
- Applic. Industrielles: Maîtriser le flux des neutrons



92 protons – 143 neutrons
3 isotopes naturels : 234/235/238
26 isotopes connus

Les débuts de l'ère nucléaire



Le dilemme moral des scientifiques



ROBERT OPPENHEIMER

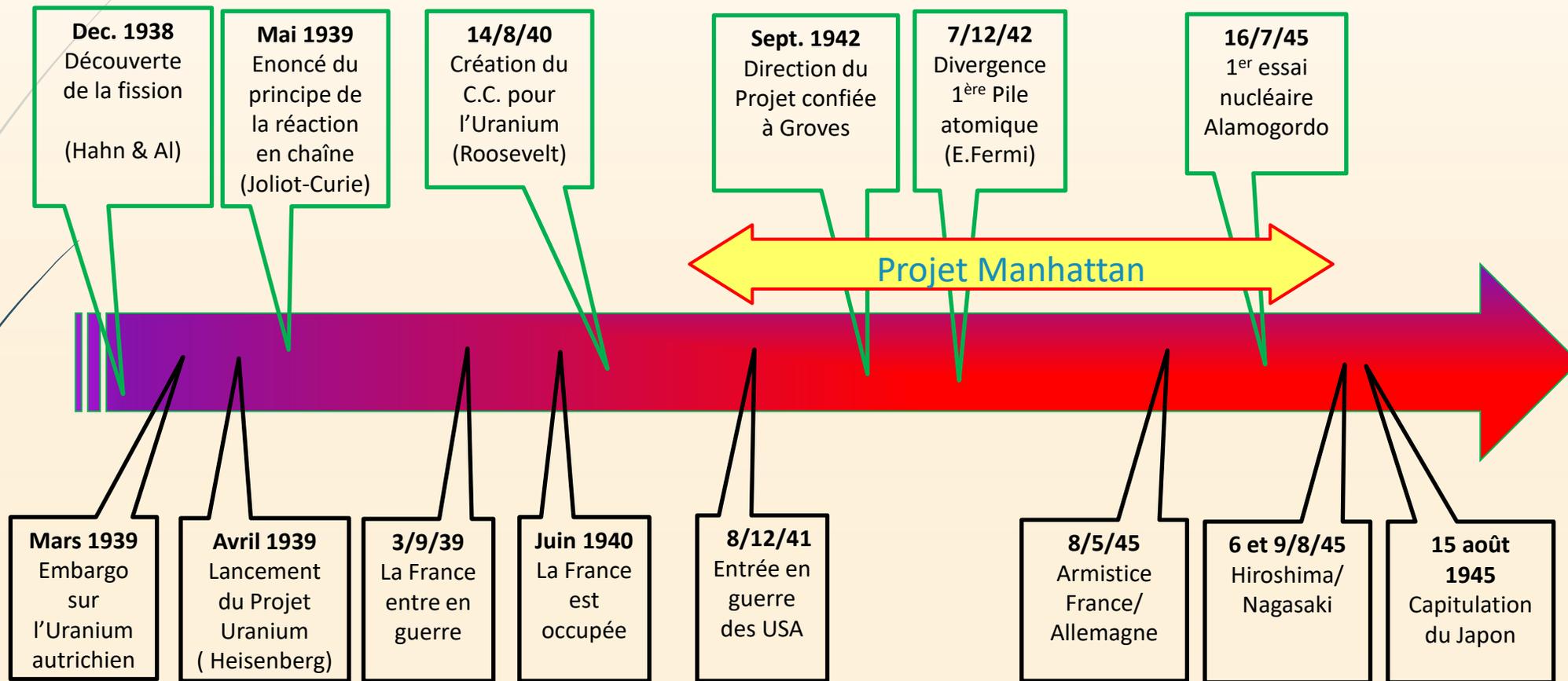
« L'EXPÉRIENCE DE LA GUERRE NOUS A LÉGUÉ UN HÉRITAGE D'INQUIÉTUDES. (...) NULLE PART CE SENTIMENT DE RESPONSABILITÉ N'EST PLUS AIGU QUE CHEZ CEUX QUI ONT PARTICIPÉ AU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE À DES FINS MILITAIRES. (...) DANS UNE CERTAINE MESURE, LES PHYSICIENS ONT CONNU LE PÉCHÉ ET C'EST UNE EXPÉRIENCE QU'ILS NE PEUVENT OUBLIER. »

....

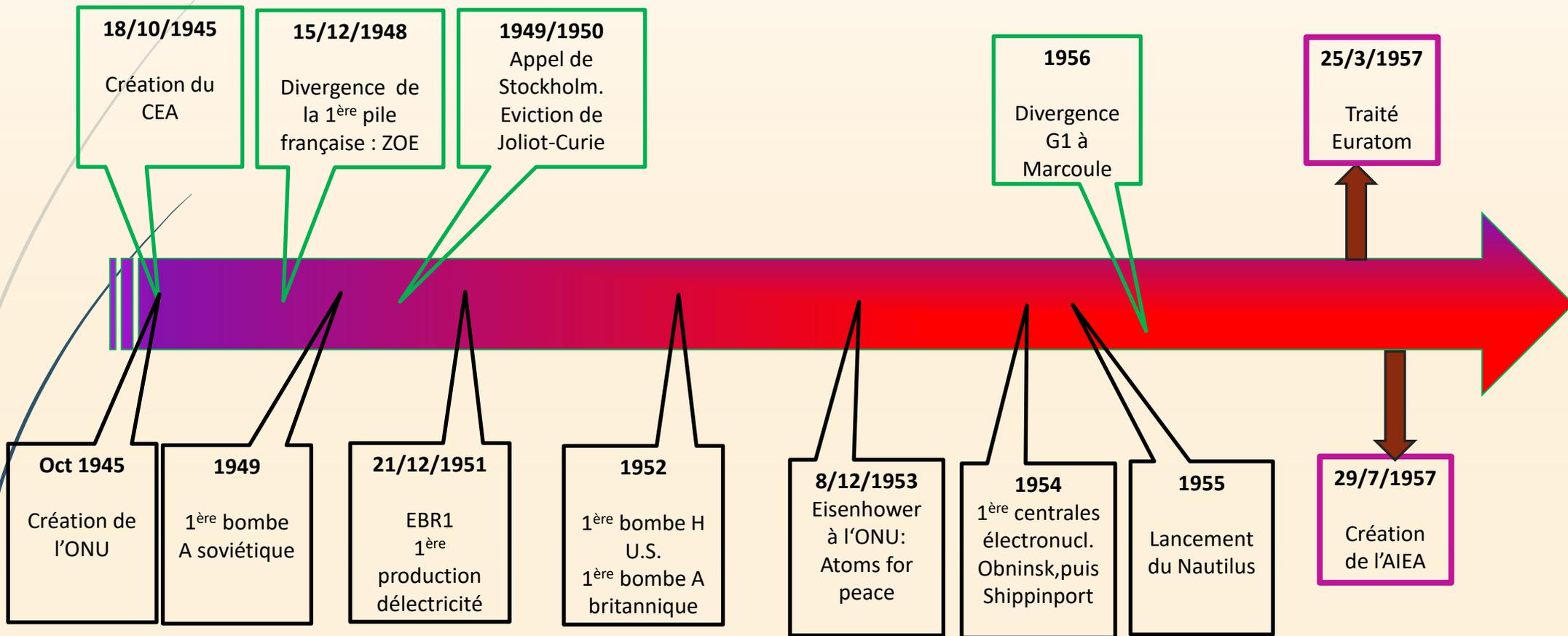
« MAINTENANT, JE SUIS DEVENU LA MORT, LE DESTRUCTEUR DES MONDES »

Frederic Joliot-Curie

Les débuts de l'ère nucléaire



L'après guerre

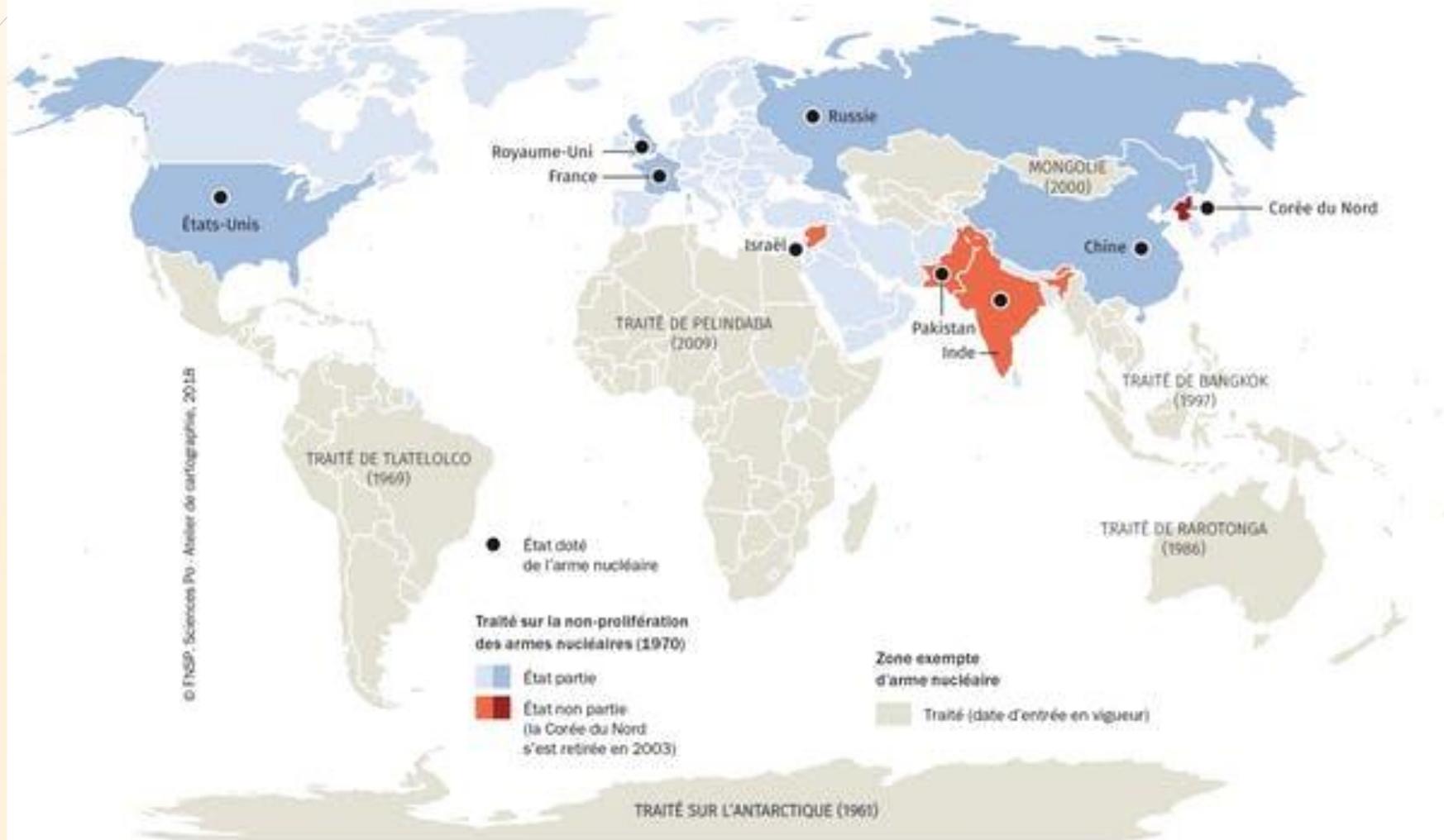




Prolifération nucléaire

Etats détenteurs de l'arme

FIG. 1B Prolifération et désarmement nucléaire, 2018



Visio-conférence AFIS-Lyon, 22 mars 2021

Source : compilation à partir des Nations unies, Bureau des affaires de désarmement (UNODA), www.un.org/disarmament, Bulletin of the Atomic Scientists, 69 (5), septembre-octobre 2013.

Merci de votre
attention
La suite au prochain numéro...
Le 28 avril 2021 – 18h00

L'énergie nucléaire : Hier, aujourd'hui, demain

2ème épisode

L'histoire de l'électronucléaire
par Thierry Caillon