

$E=mc^2$ et l'énergie de fusion

Mécanique, cours 24

Ambrogio Fasoli

$E=mc^2$ et l'énergie de fusion



Prof. Ambrogio Fasoli

Centre de Recherches en Physiques des Plasmas
EPFL

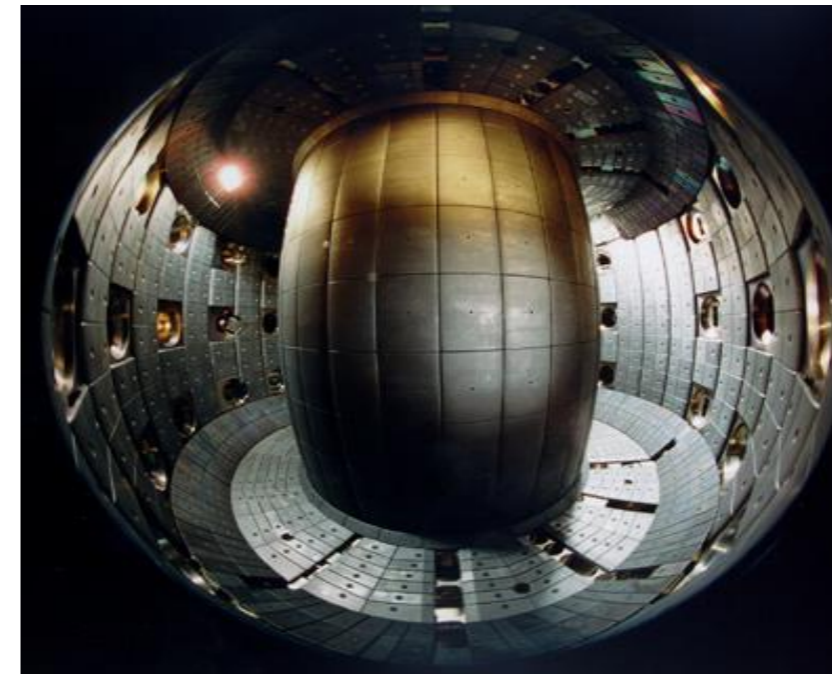
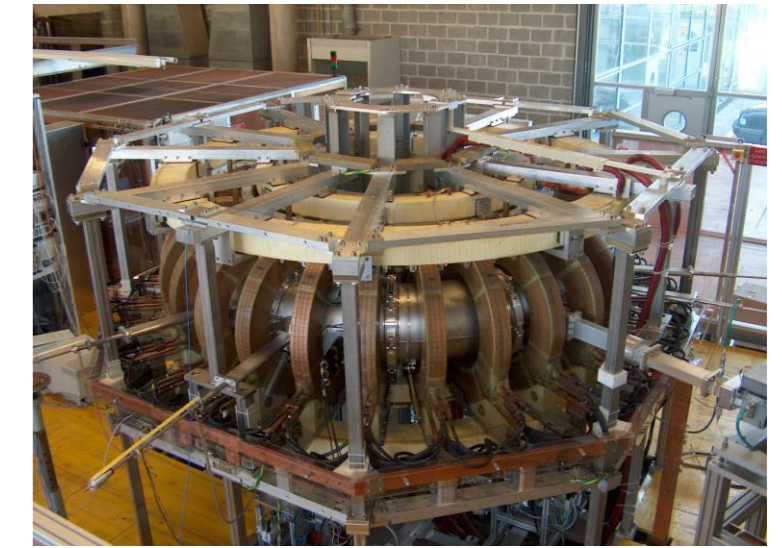
$E=mc^2$ et l'énergie de fusion



Prof. Ambrogio Fasoli

Centre de Recherches en Physiques des Plasmas
EPFL

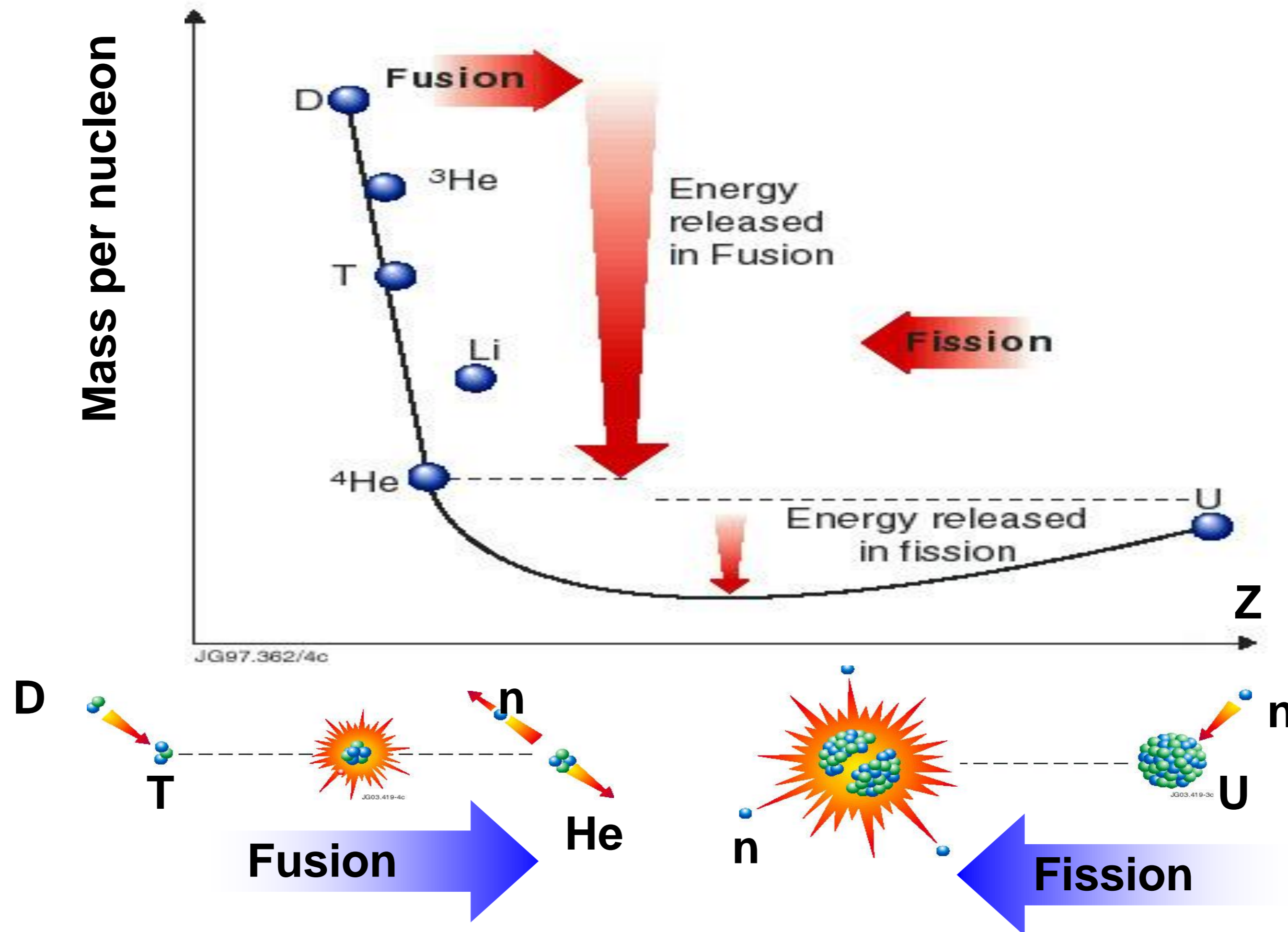
$E=mc^2$ et l'énergie de fusion



Prof. Ambrogio Fasoli

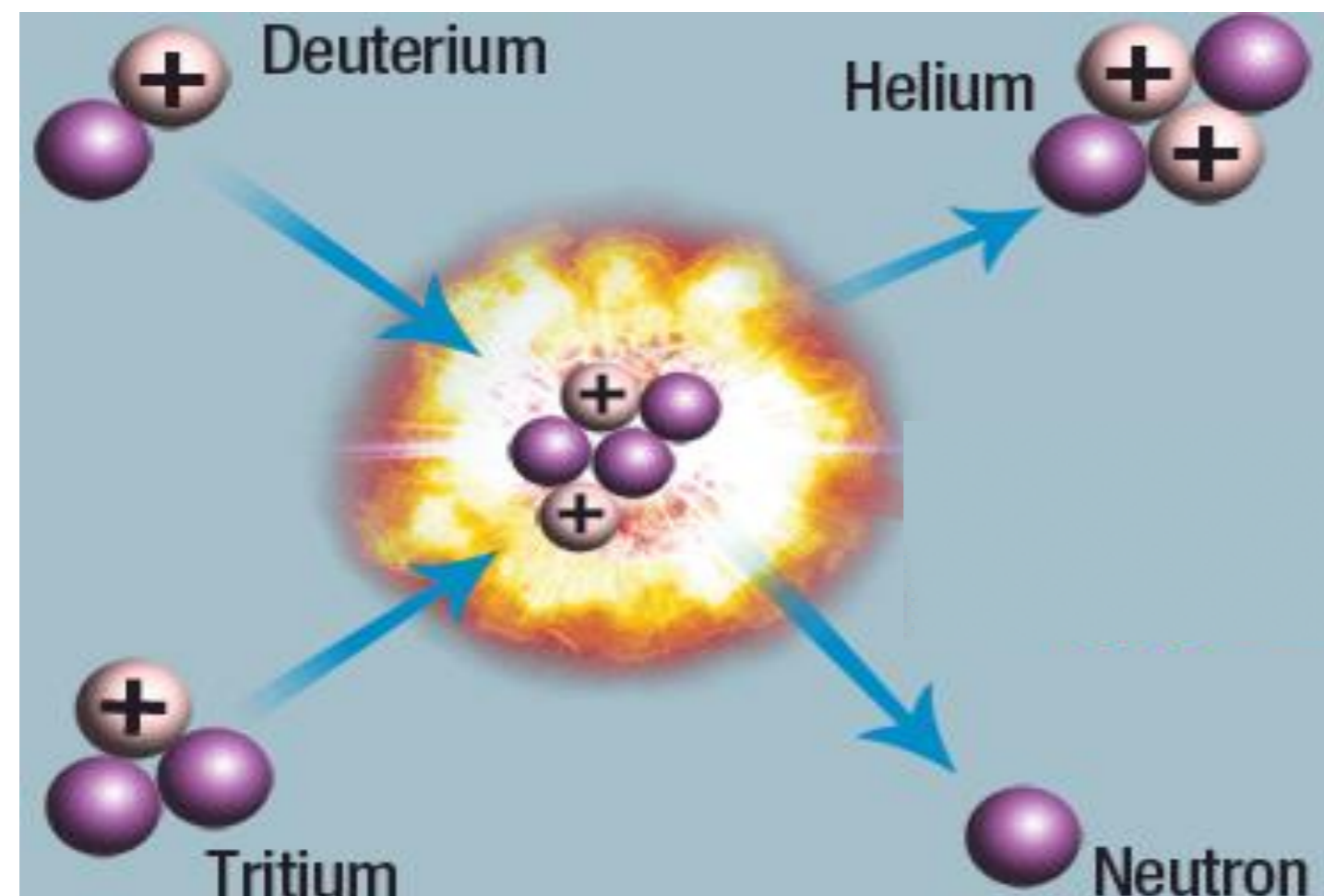
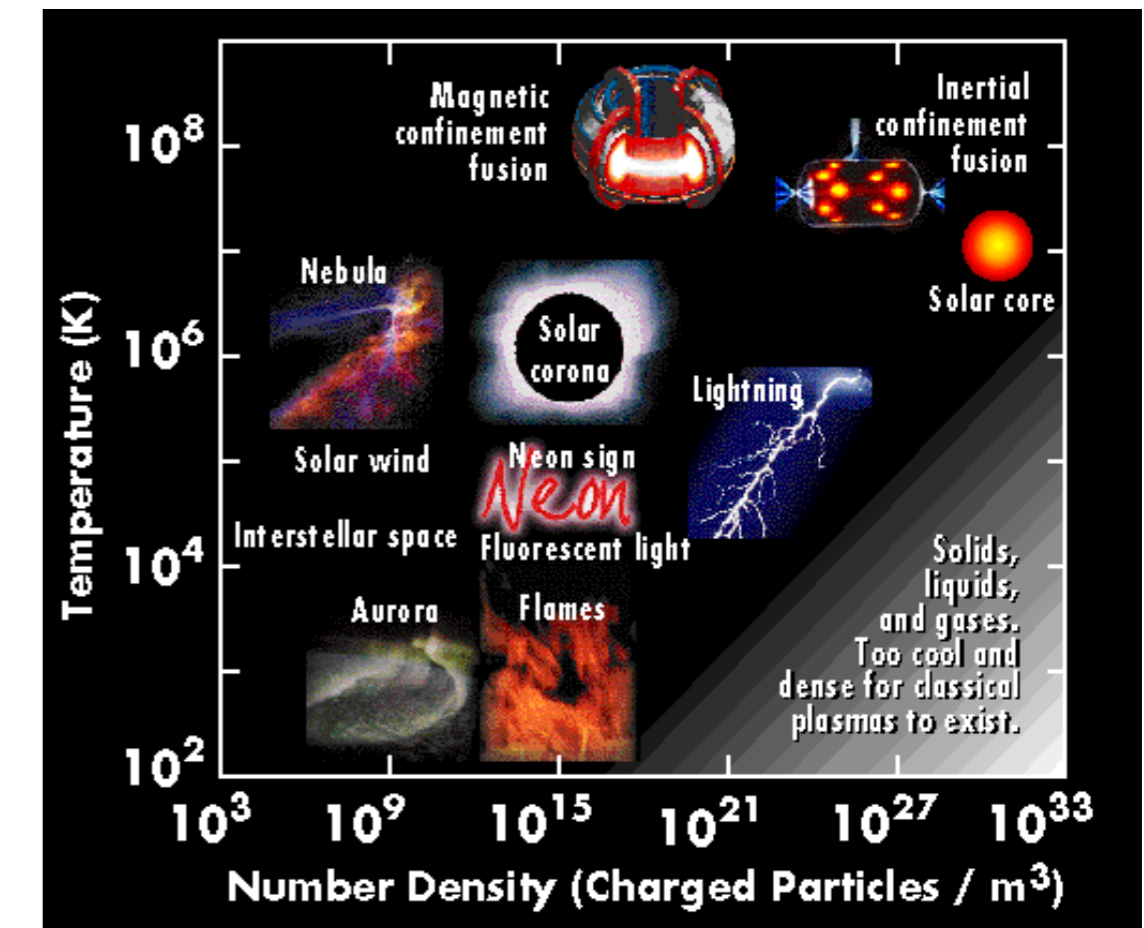
Centre de Recherches en Physiques des Plasmas
EPFL

Fusion et fission



La réaction de fusion

- Sur terre la réaction envisagée est D-T, la plus *facile* à obtenir
- La réaction D-T a quand-même besoin de températures de $100'000'000^{\circ}$ C
- La matière est sous forme de *plasma*, 4^{ème} état de la matière



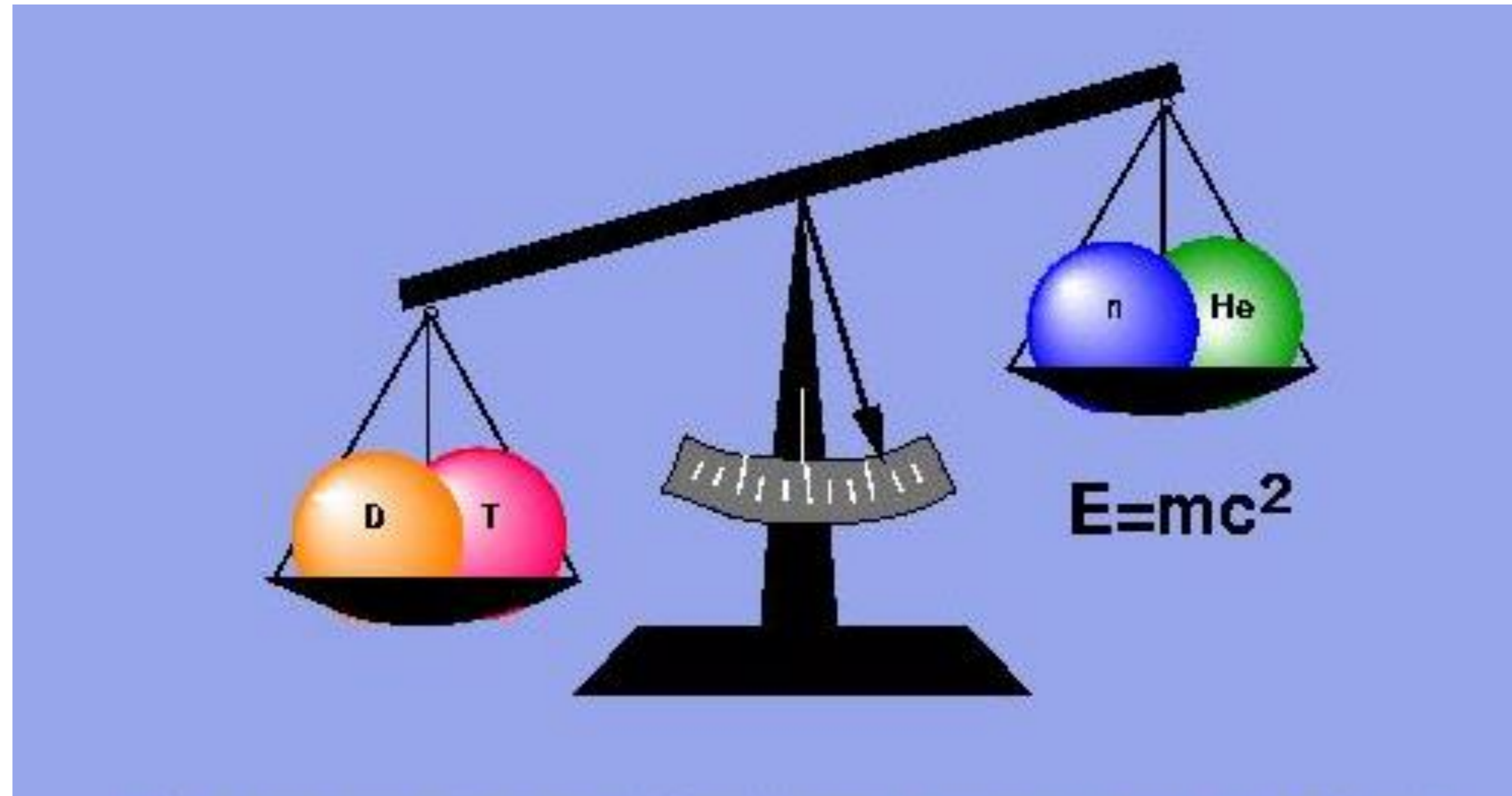
→ Chauffage du plasma

→ Chauffage d'eau pour la production d'électricité

→ Génération de Tritium: $n + {}^6\text{Li} = \text{T} + \text{He}$

L'énergie de fusion vient de $E=mc^2$

- La fraction de masse *perdue* est 38/10'000
- 1g de DT produit une quantité d'énergie équivalente à 100'000 litres de pétrole

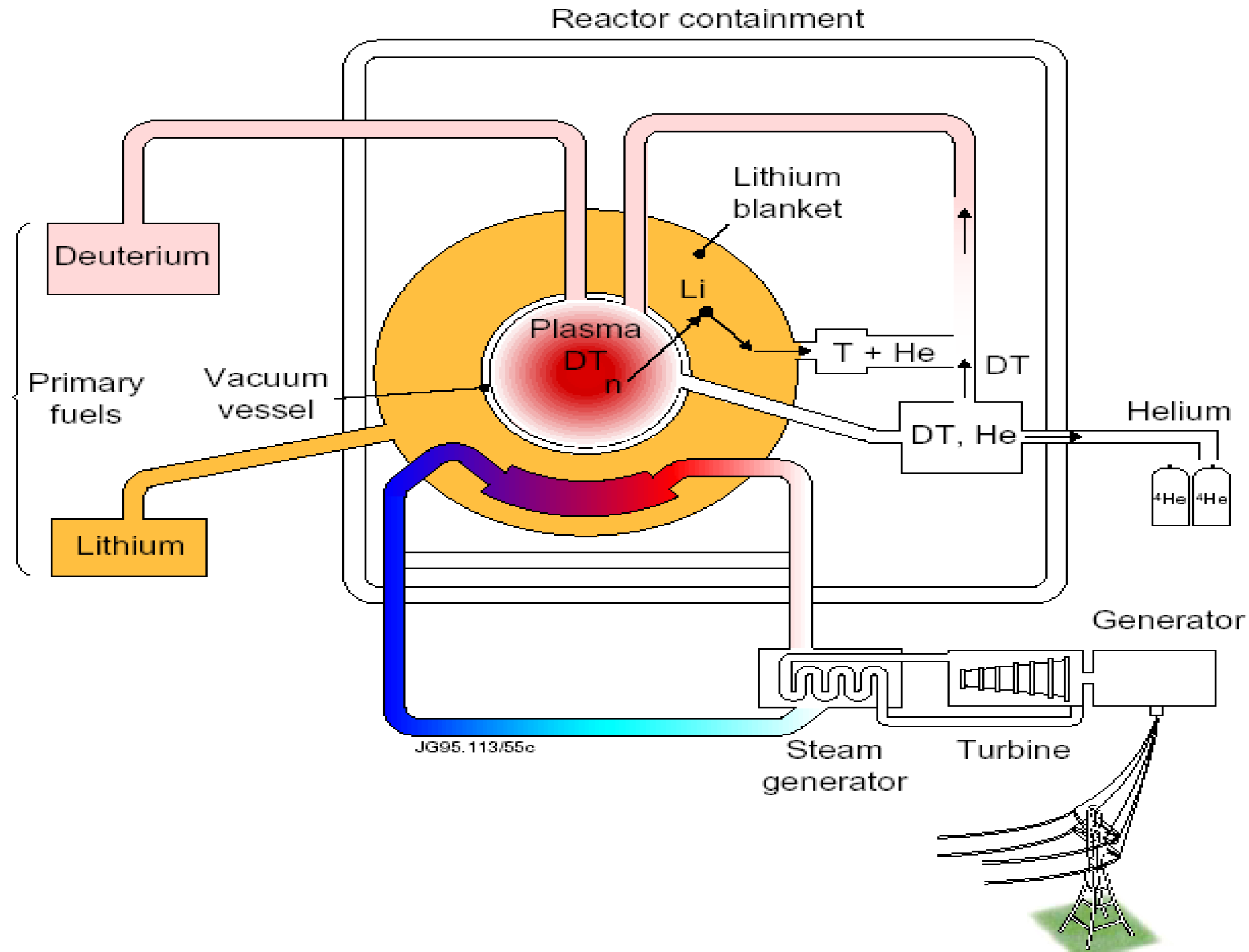


Avantages de l'énergie de fusion

- Densité d'énergie très élevée
- Combustible pratiquement inépuisable
- Environnement
 - Pas d'émission de gaz à effet de serre
 - Pas de déchets radioactifs de longue durée
- Sécurité
 - Pas de risque de perte de contrôle des réactions
 - Minime quantité (~1g) de combustible dans réacteur
 - Pas de lien avec armements
- Energie concentrée, pas sujette aux variations météo

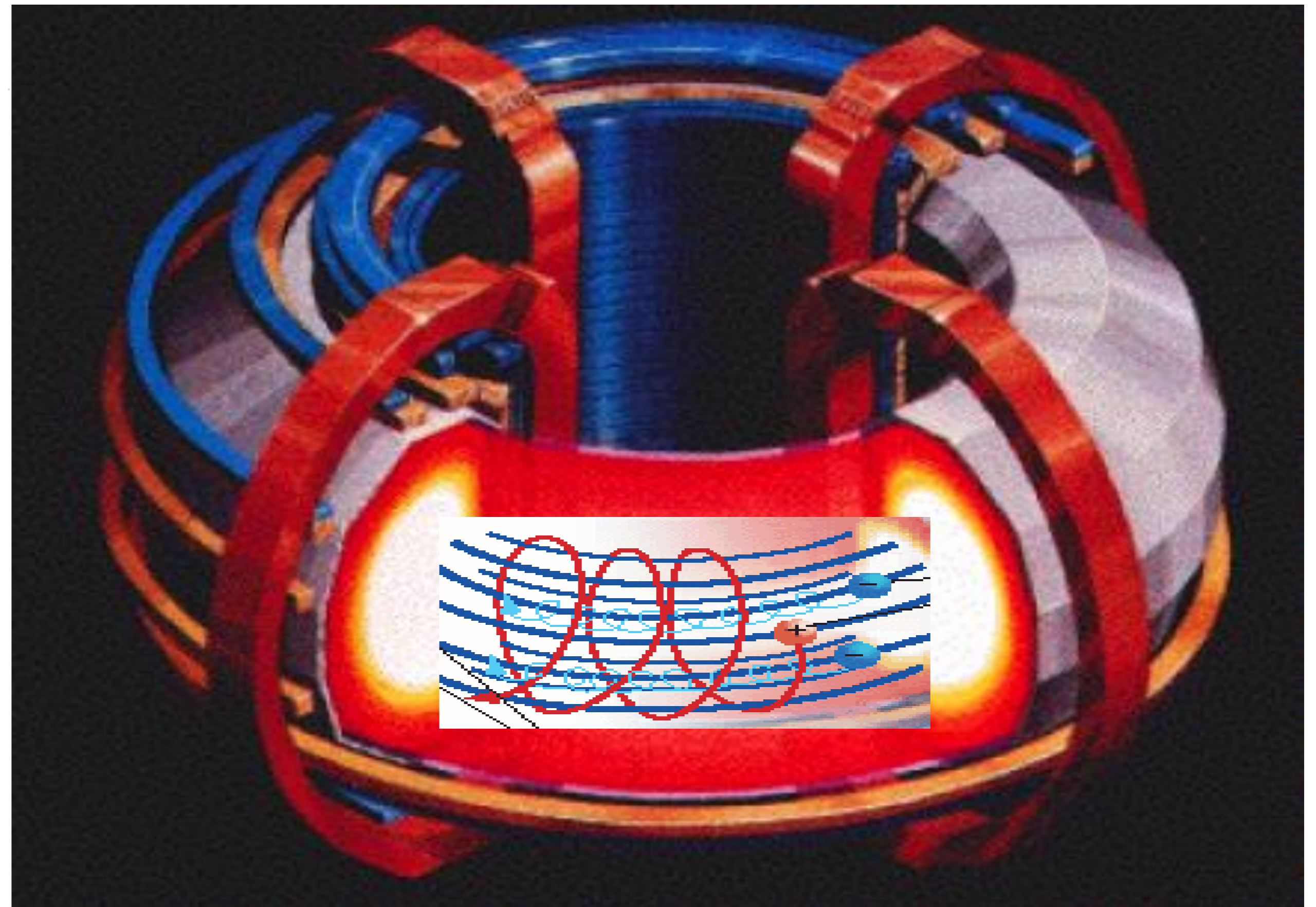
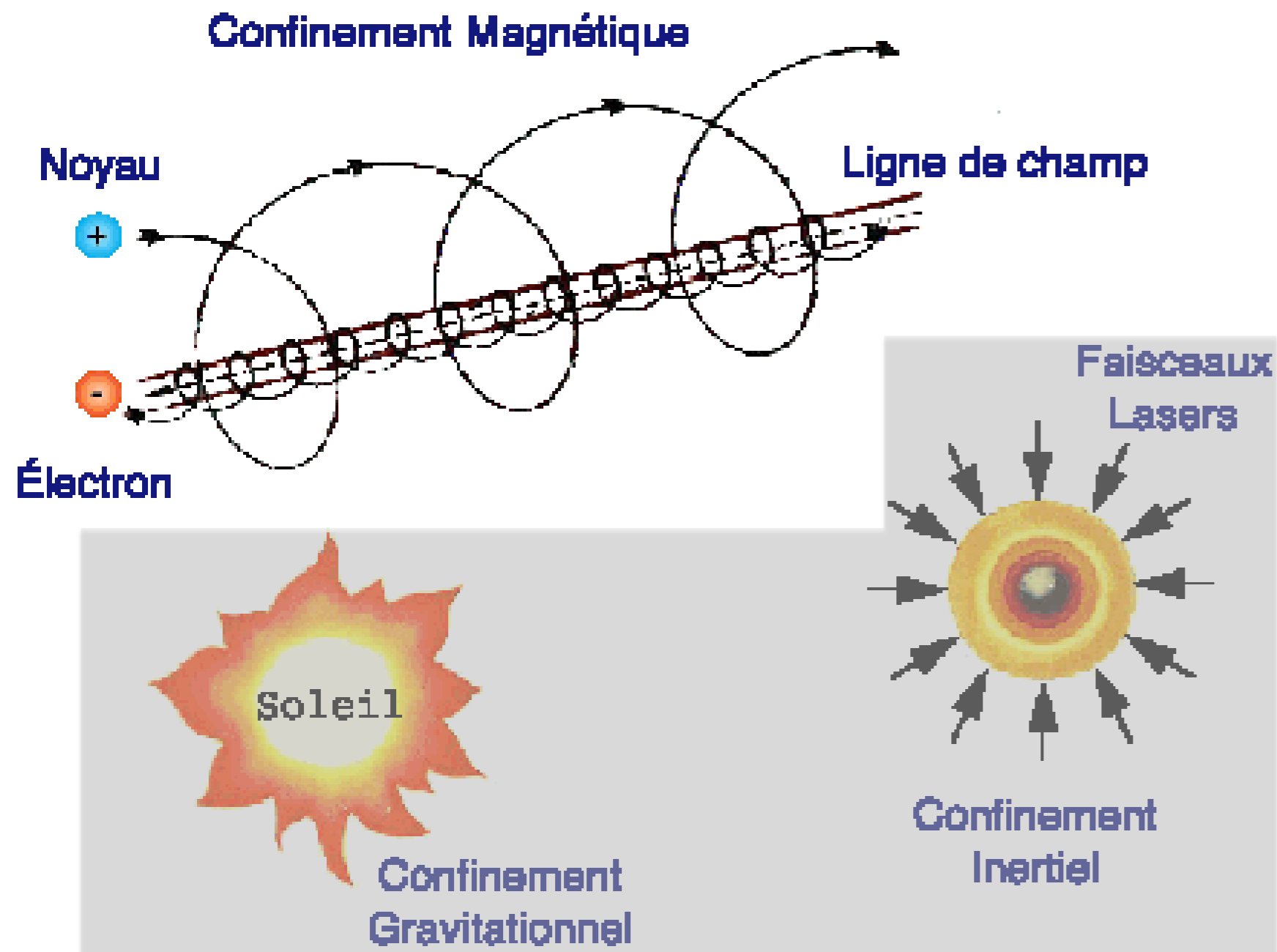
Combustible	Energie spécifique (MJ/kg)
Eau, barrage de 100m de hauteur	0.001
Charbon	30
Pétrole	50
Fission (U-235)	85'000'000
Fusion (D-T)	3'500'000'000
$E = mc^2$	90'000'000'000

Schéma d'un réacteur à fusion

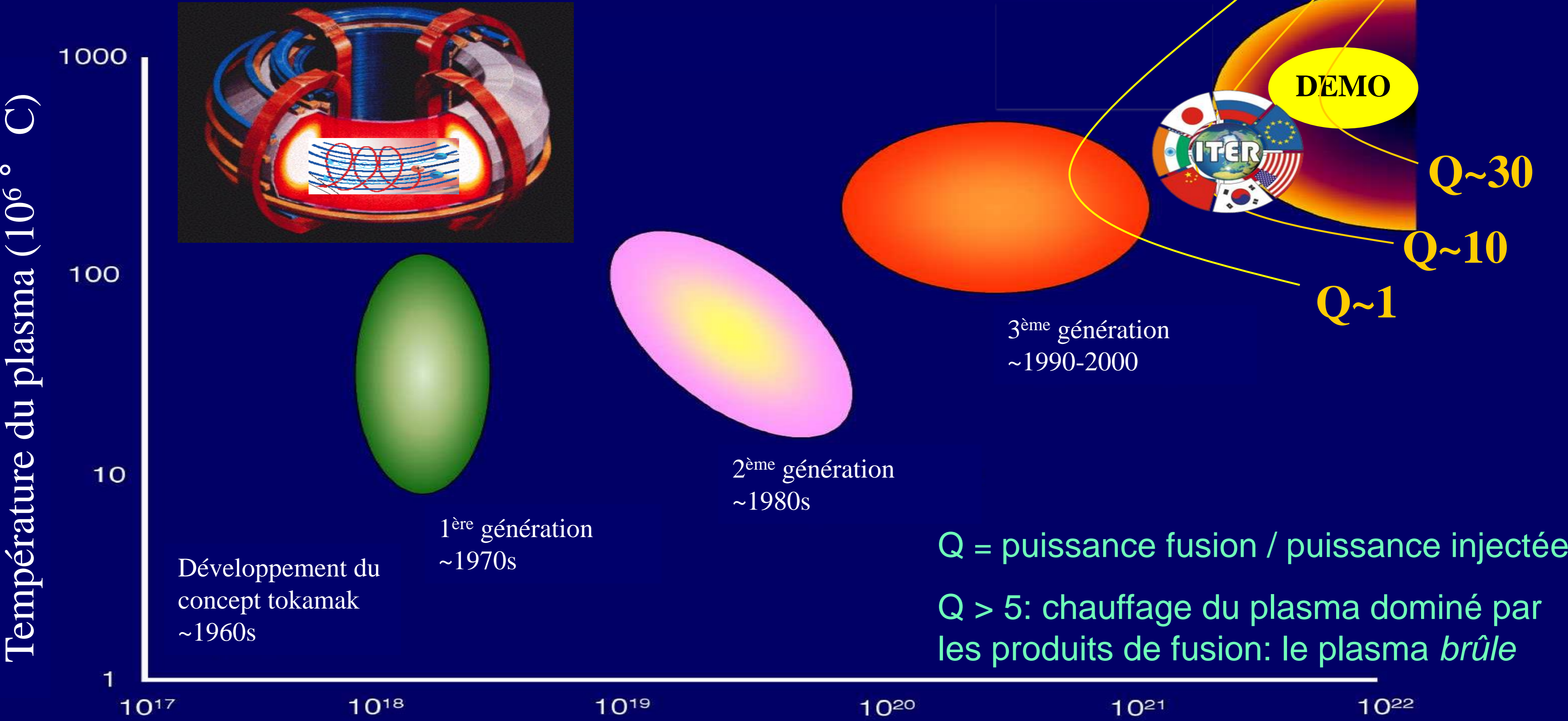


Confinement du plasma par champs magnétiques

Le Tokamak



Progrès en fusion magnétique

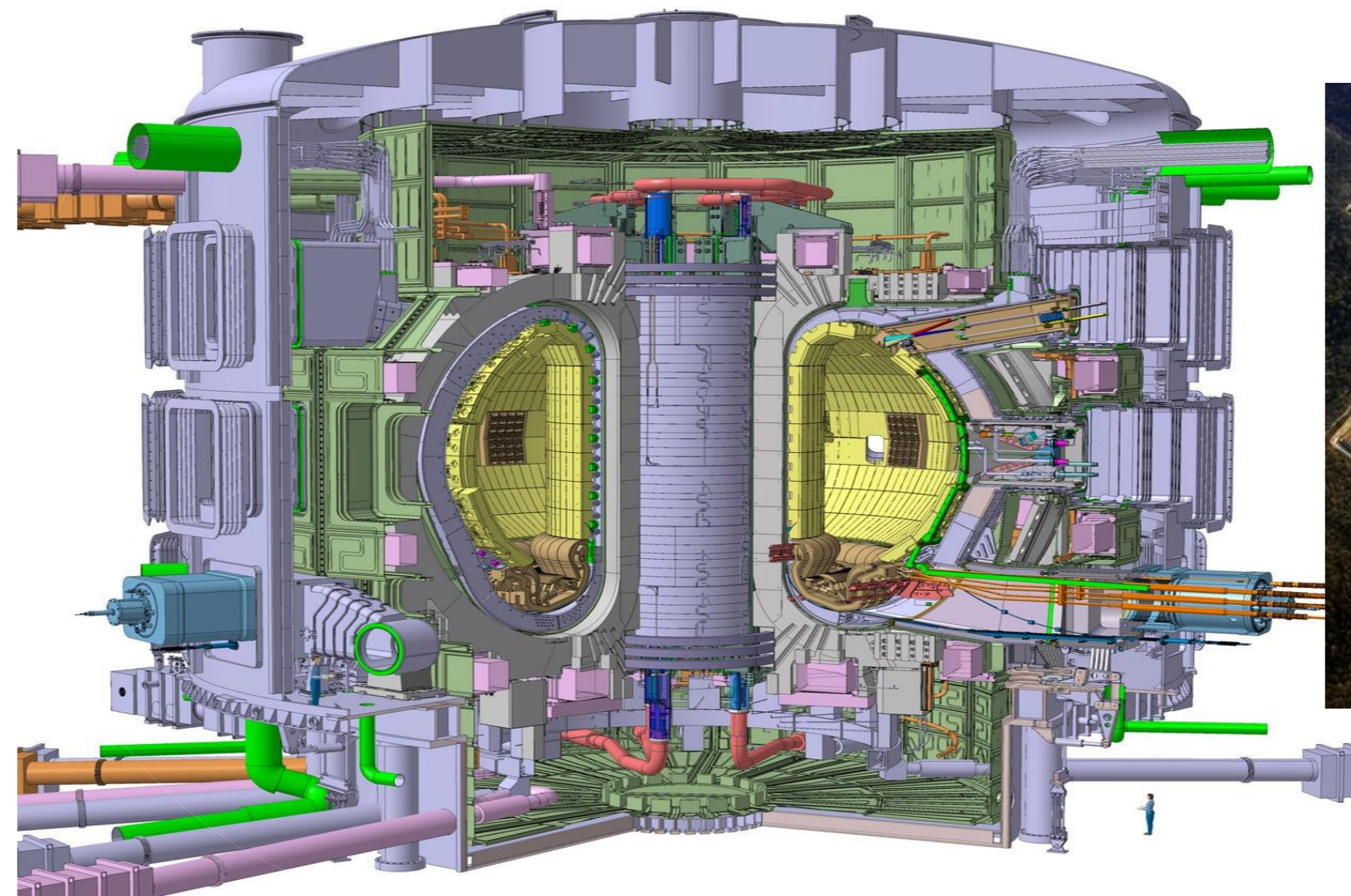


Performance de fusion – Densité (m^{-3}) \times Temps de confinement (s) \times Température (keV)

Le futur : ITER et DEMO

● ITER

- Preuve de la faisabilité scientifique et technologique de la fusion
- $Q = 10$: premier plasma qui *brûle*
- $P_{\text{fusion}} = 500\text{MW}$ pour $\sim 500\text{s}$
- En construction



● DEMO

- Dernier pas avant la commercialisation de l'énergie de fusion
- $Q = 30$; $P_{\text{fusion}} \sim 3\text{GW}$; $P_{\text{électrique}} \sim 1\text{GW}$
- Bases scientifiques et technologiques en cours d'établissement – *contribution importante de la Suisse (CRPP-EPFL)*

