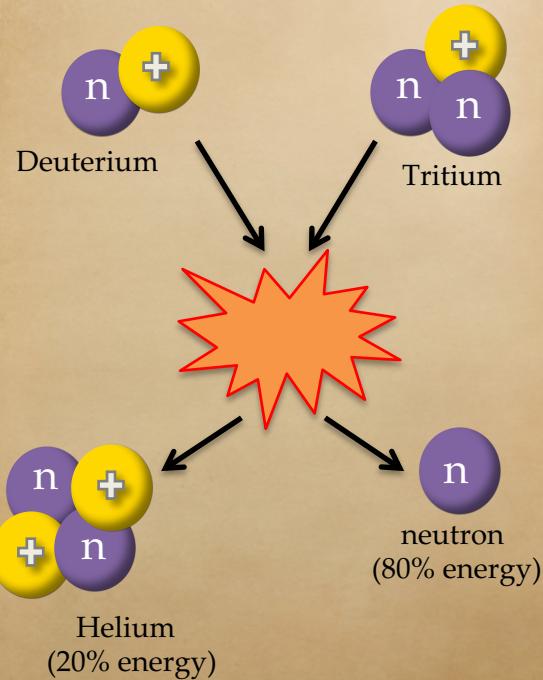


Comment on fait une étoile sur Terre?



Recette pour une étoile

1. Produire à 50%-50% $D-T$ gas.
2. Chauffer à 100 million degrés.
3. Confiner le plasma tel que
4. Fournir du combustible.

$$n T \tau_E > 5 \times 10^{21} \text{ m}^{-3} \text{ keV s}$$

“ ignition”

n : densité

T : température

τ_E : temps confinement

Début des années 1950, l'idée du 'stellarator' est née

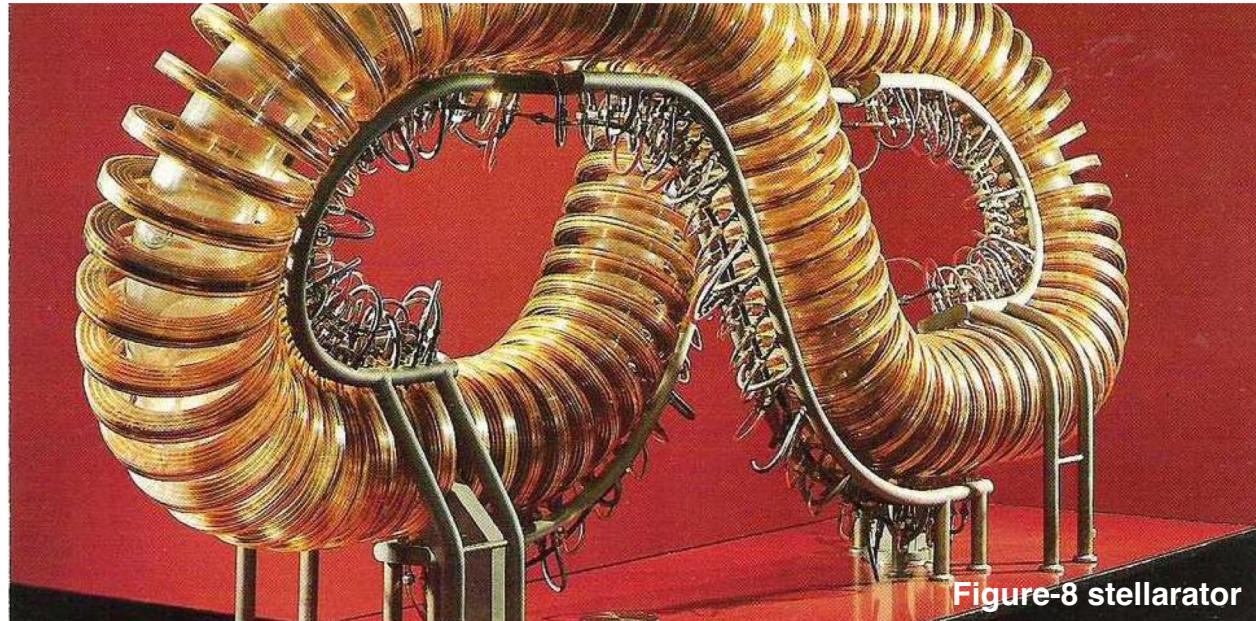
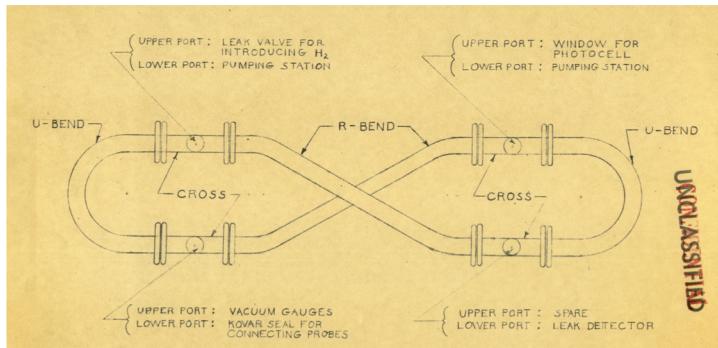


Figure-8 stellarator



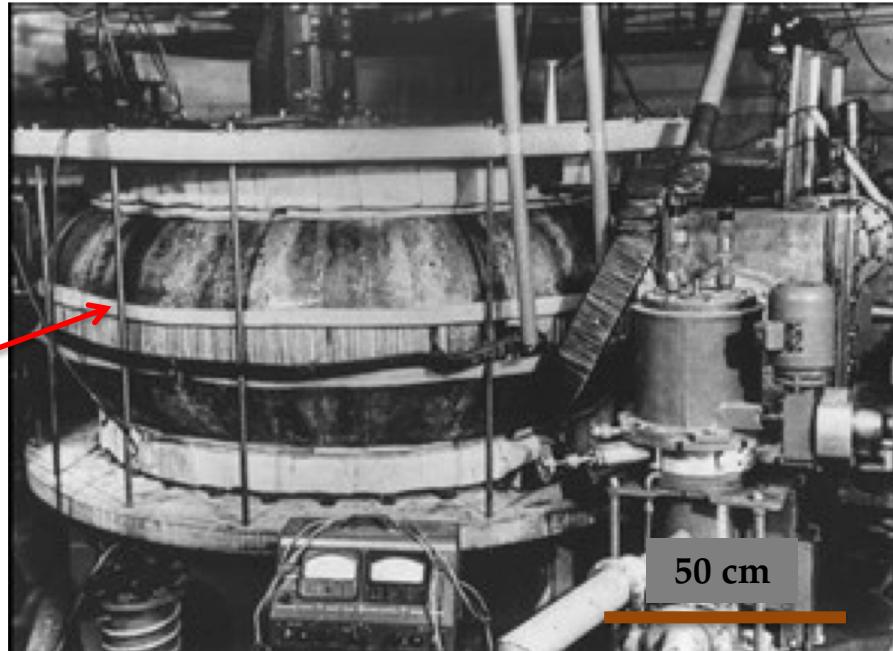
Lyman Spitzer (1914-1997)



Historiquement, temps de confinement et pression n'était pas assez grandes...

Le concept du ‘tokamak’ explose fin des années 1960

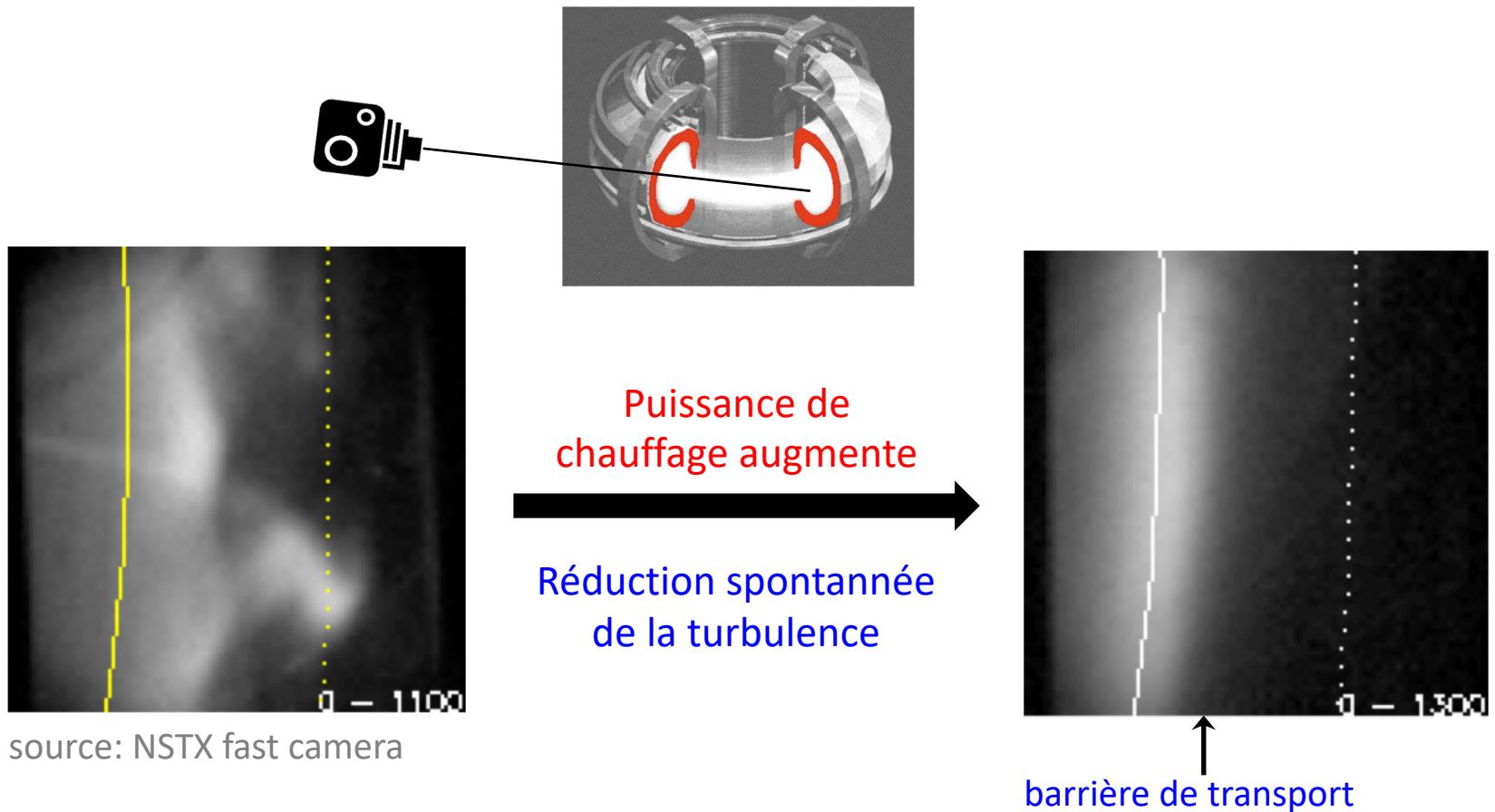
premier tokamak



Plasmas stables à **10 million degrees** obtenus en 1968.

Mais le triple produit $nT\tau_E$ encore très loin du critère d’ignition.

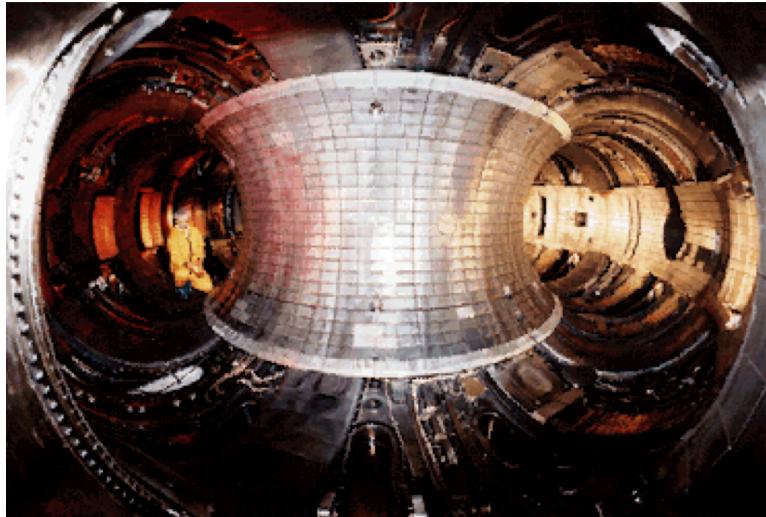
Régimes de haute performance découverts fin 1980's



Régime de haut confinement découvert dans les tokamaks.

Triple produit devient beaucoup plus grand.

Gran progrès des tokamaks dans les années 1990



TFTR tokamak in Princeton

1993

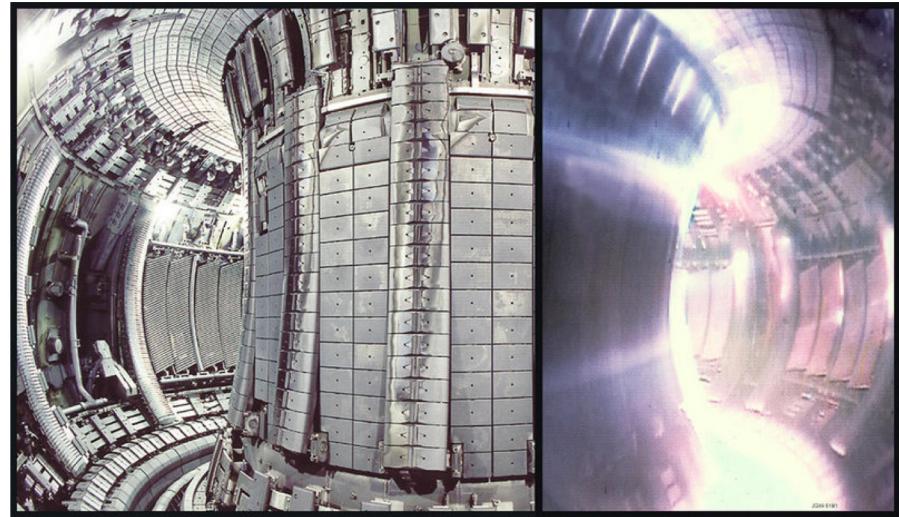
premier usage de mélanges
deuterium-tritium (50-50)

produisant

10 MW de puissance de fusion

➤ Températures de **200 millions de degrés** obtenues.

➤ $nT\tau_E \approx 10 \times 10^{20}$ keV m⁻³ s⁻¹ approchant le critère d'ignition.



JET tokamak in the UK

1997

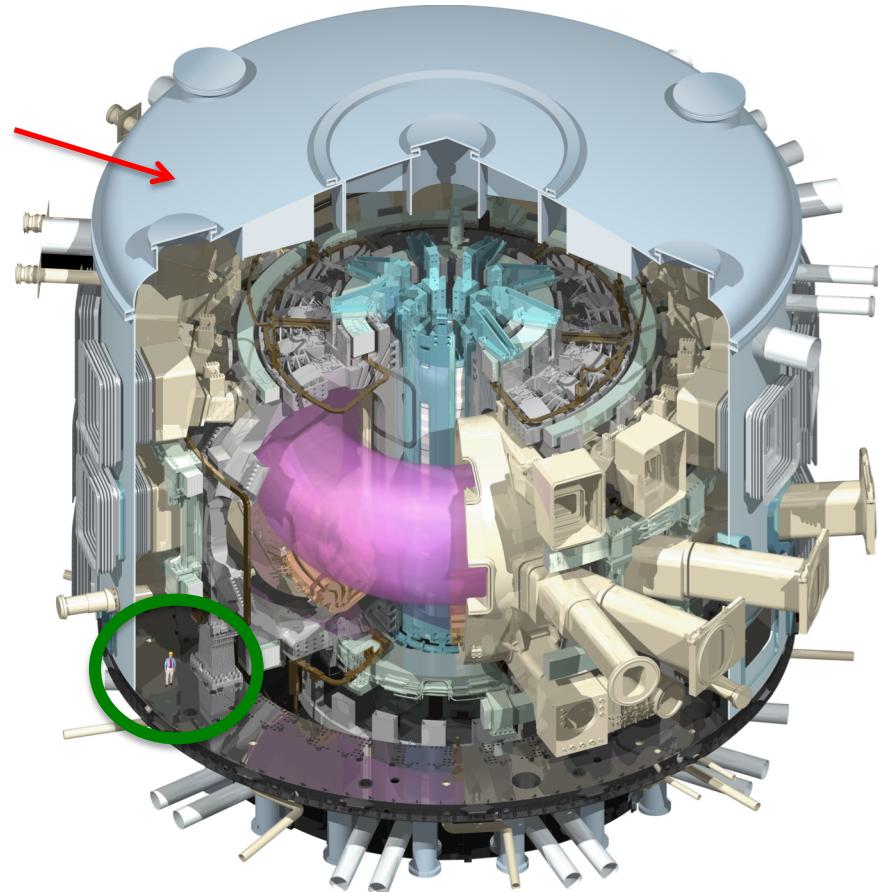
16 MW puissance de fusion
avec 24MW puissance injectée

c'est-à-dire

$Q = \text{output}/\text{input} \approx 0.7$

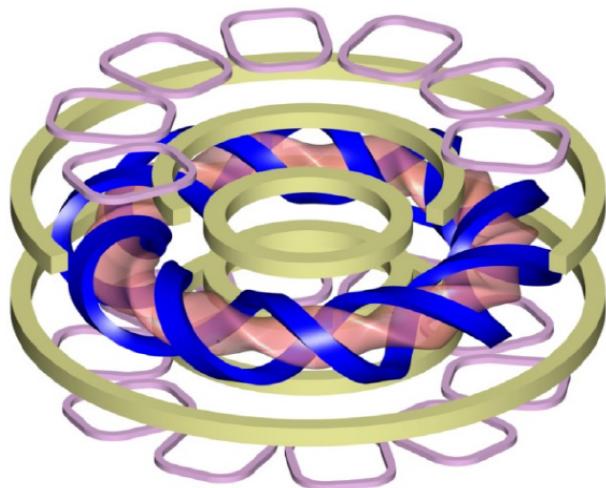
Un autre gran pas dans la prochaine décennie?

Tokamak ITER en construction en France



ITER vise à produire **500 MW** de puissance fusion avec **50 MW** injectés.

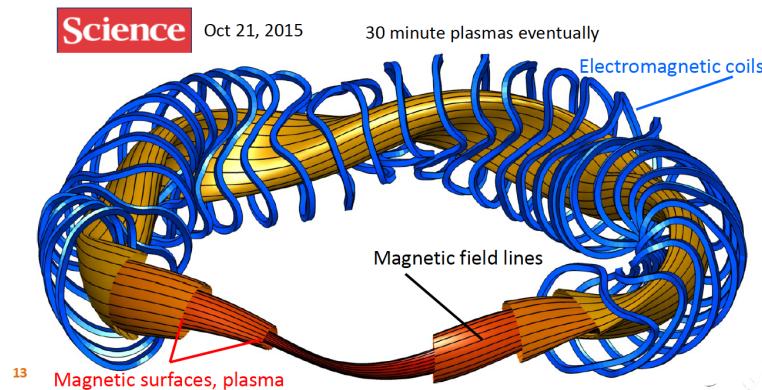
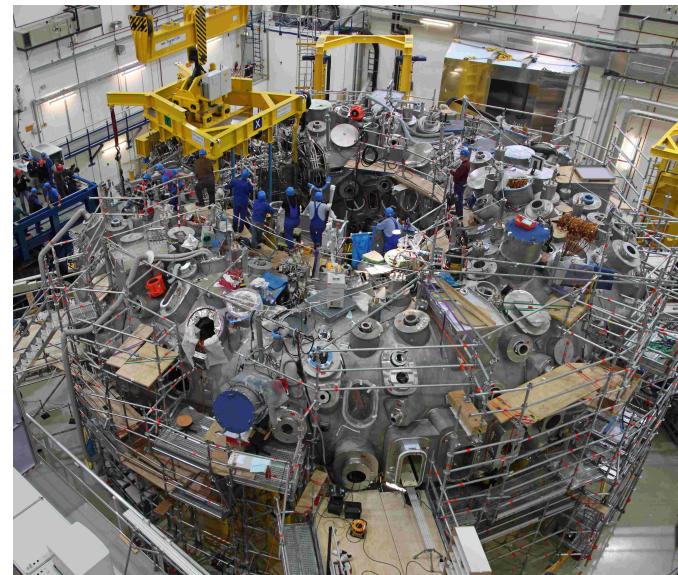
Entre temps, les stellarators ont continué à progresser



Large Helical Device (LHD)



Wendelstein 7-X



W7-X, 10 ans en 3 min

Historique des triple produits

