

Réaction fusion - fission

Le choix des éléments:

La probabilité de passage de la barrière de répulsion électrostatique est fonction de la section efficace¹. La réaction la plus accessible est celle du D - T.

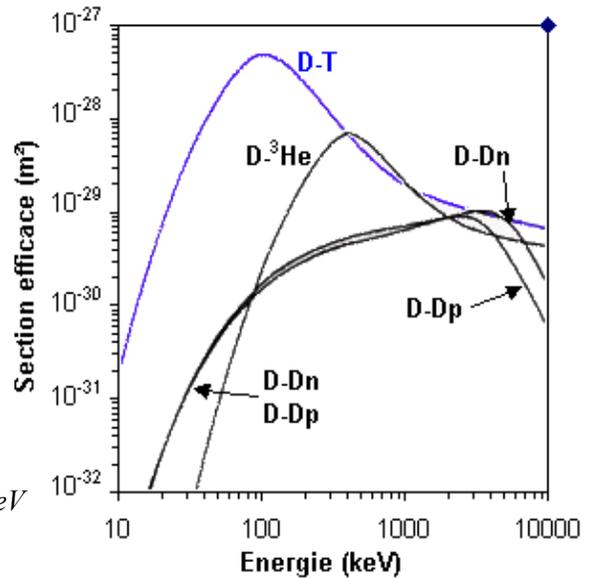
¹Section efficace: nombre de réactions qui se produisent par noyau et par unité de temps divisé par le flux de particules incident.

Le critère d'ignition:

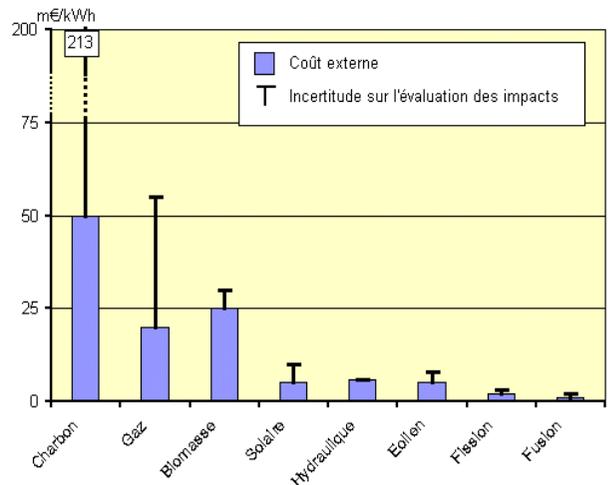
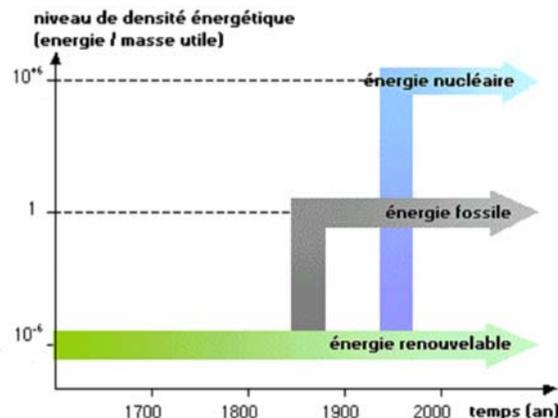
La réaction est auto-entretenue sans chauffage extérieur grâce à l'énergie des particules α . $Q > 1$

$$Q = \frac{P_{\text{fusion}}}{P_{\text{extérieure}}}$$

$$nT\tau_E > 5.10^{21} m^{-3} .s.keV$$

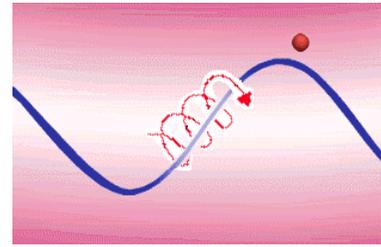


Pourquoi un tel engouement pour la fusion ?

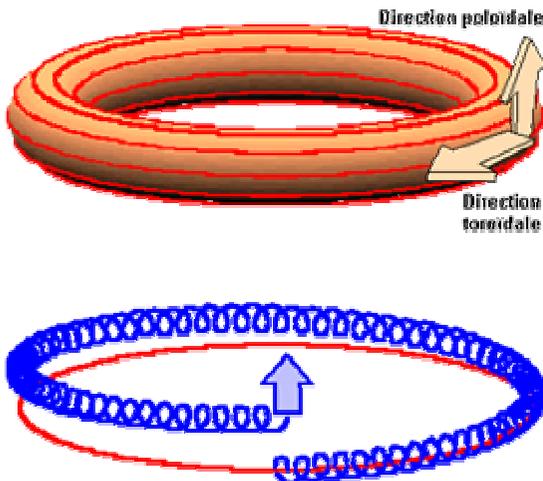


Mouvement d'une particule autour d'une ligne de champ d'induction:

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$



La particule a un mouvement hélicoïdal autour des lignes du champ d'induction.



L'effet de dérive:

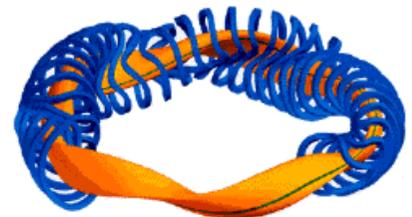
Sur une simple trajectoire circulaire la particule subit une lente dérive transversale, liée au gradient de champ magnétique et à la force centrifuge, et dont la direction dépend du signe de sa charge.

Les configurations magnétiques confinantes:

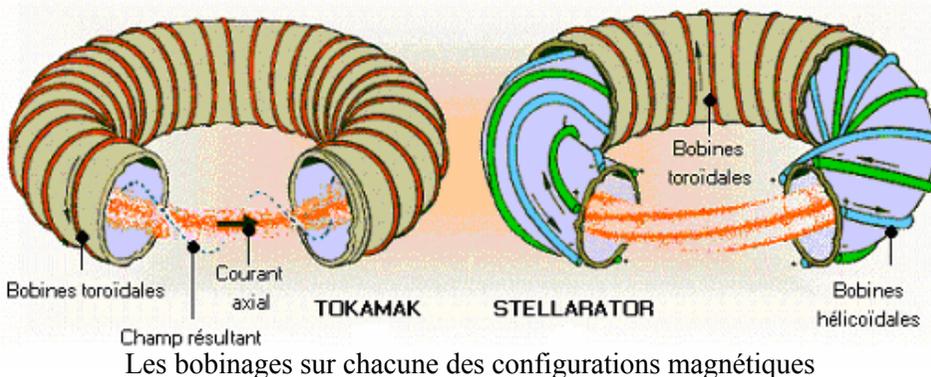
Deux champs d'induction sont appliqués pour maintenir le confinement. Le champ toroïdal fait tourner les particules autour de l'axe du tore. L'addition d'un champ poloïdal compense l'effet de dérive.

Le tokamak : le champ poloïdal est créé par le courant du plasma.

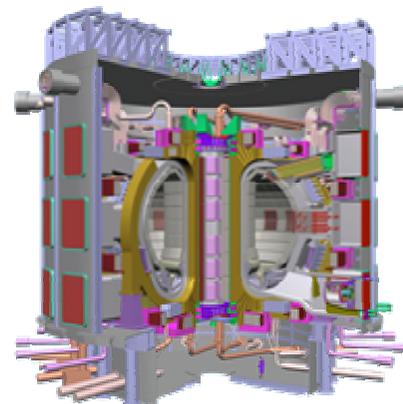
Le stellarator: deux champs sont créés par des bobinages extérieurs.



Le stellarator allemand: W7X



Les bobinages sur chacune des configurations magnétiques



Le futur tokamak: ITER

Les trois types de chauffage:

Chauffage ohmique :

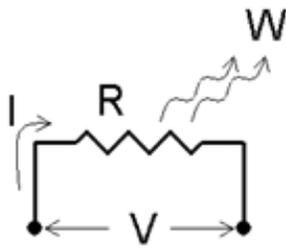
Effet Joule causé par le courant circulant dans le plasma.

Chauffage par injection de neutres:

Injections de neutres énergisés qui transmettent l'énergie par collisions.

Chauffage par ondes:

Les particules du plasma entrent en résonance avec une onde. (effet micro-onde)

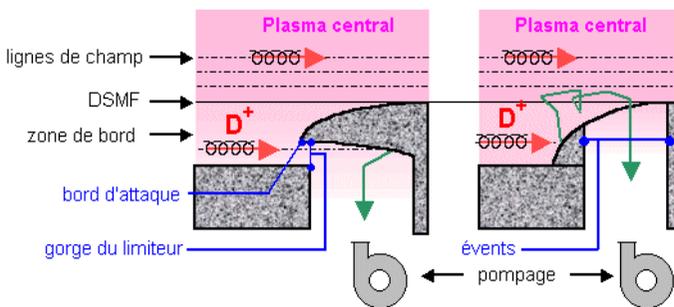
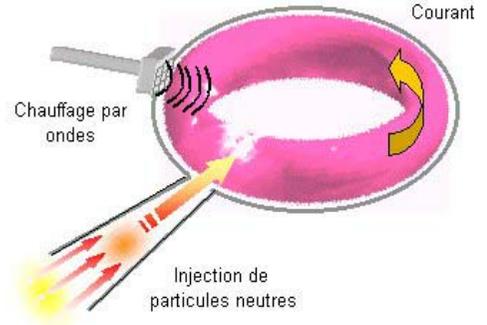
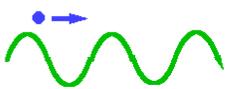


Absorptions :

- cyclotronique



- effet Landau



particules neutres
 particules chargées

Extraction de la matière:

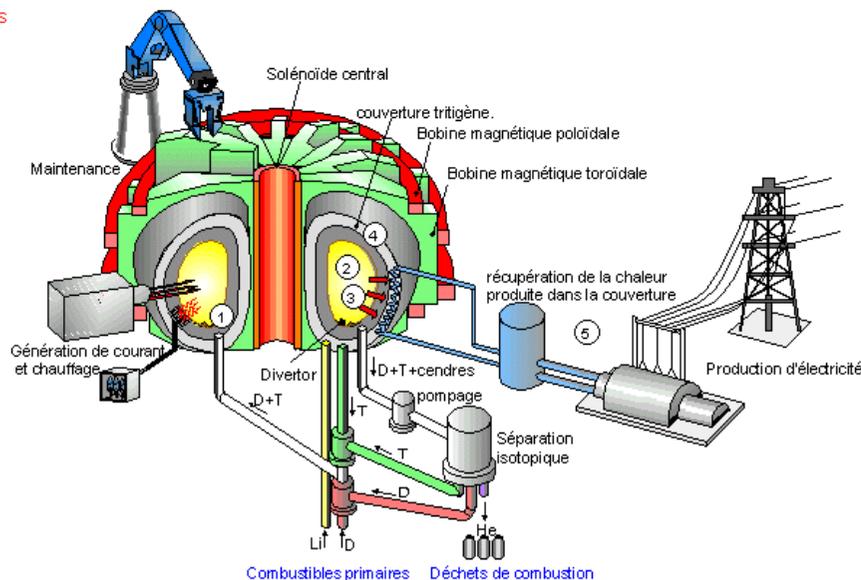
- à gauche la matière ionisée se dirige vers le système de pompage (on profite du flux mais les contraintes de chaleur sont élevées)
- à droite on pompe les particules neutralisées (efficacité réduite)

La future centrale à fusion:

Elle se compose d'un réacteur et d'un système de conversion d'énergie thermique en énergie électrique.

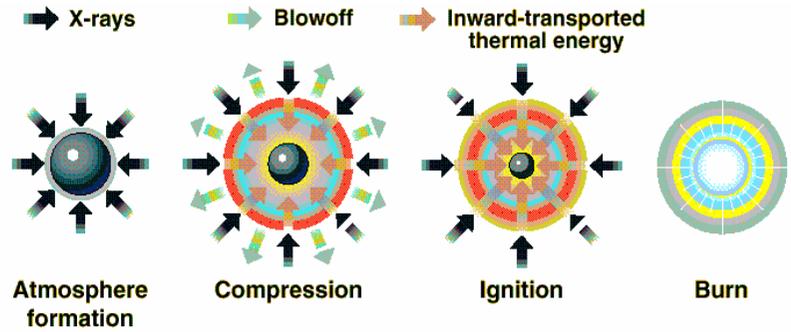
Ses avantages :

- Matières premières abondantes
- Pas de risque d'emballement du réacteur
- Pas de rejet de gaz
- Pas de déchet radioactif
- Production d'énergie à grande échelle



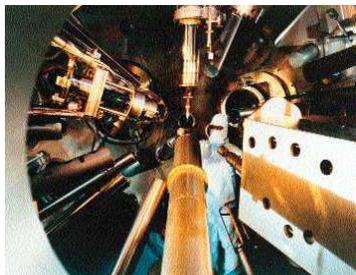
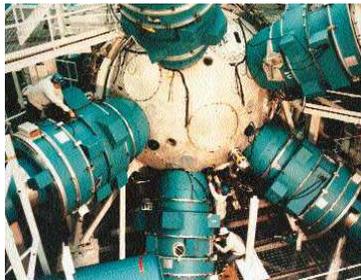
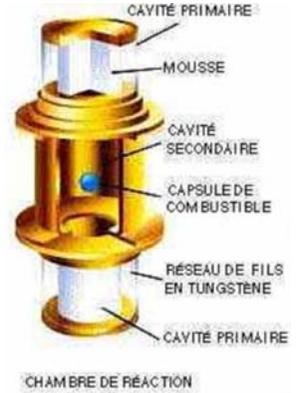
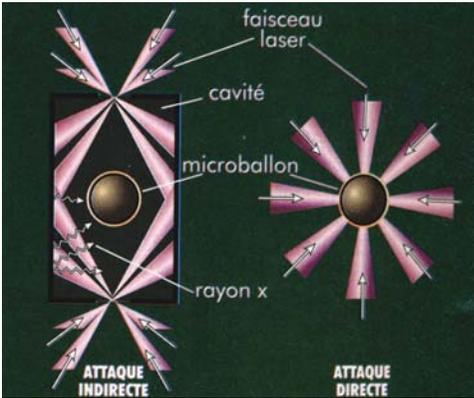
Principe général :

- cible soumise à un rayonnement laser
- compression de la cible
- fusion et dilatation de la cible



Types d'irradiation du microballon (sphère de D-T):

- directe : la cible est irradiée par de nombreux faisceaux lasers
- indirecte : les faisceaux lasers frappent les parois de la chambre de combustion et leurs énergies se transforment en rayons X (on obtient une irradiation uniforme de la cible).



Chambres de combustion

Le laser :

L'objectif est d'obtenir une longueur d'onde qui n'entre pas en résonance avec le plasma, ce qui nuirait à l'uniformité de l'absorption.

La stabilité de l'implosion requiert une irradiation uniforme.

