Melcore

CC BY

# Fusion Nucléaire - L'ignition atteinte

20 décembre 2022

# Table des matières


Introduction . . . . . 1
1. La fusion nucléaire . . . . . 1
1.1. La fission nucléaire . . . . . 1
1.2. La fusion nucléaire . . . . . 2
2. L'ignition . . . . . 4


## Introduction

À l'heure où l'énergie est au cœur de nombreux débats, que ce soit écologique ou économique voir même militaire, cette nouvelle qui de base ne peut être ignorée, prends une importance capitale. Et oui, des chercheurs ont pu produire plus d'énergie qu'ils en ont consommé avec de la fusion nucléaire. On dit qu'ils ont atteint l'ignition.

Je vous propose dans ce billet de revenir sur ce qu'est la fusion nucléaire, ce point d'ignition et je vous raconterai pourquoi ce n'est pas encore vraiment exploitable.

> **!** Je ne suis pas ingénieur ou chercheur nucléaire, et je n'ai que mes quelques connaissances de physique un poil plus poussé que le citoyen lambda mais suffisantes pour comprendre et vulgariser celles-ci.

## 1. La fusion nucléaire

### 1.1. La fission nucléaire

La fission nucléaire, celle qu'on utilise aujourd'hui dans les centrales, produit de l'énergie thermique (de la chaleur) en cassant des atomes lourds comme l'uranium en atomes plus légers qui ne nous servent à rien (les déchets nucléaires). Cette chaleur sera utilisée pour chauffer de l'eau dont la vapeur mis à haute vitesse et pression fera tourné une turbine qui alimentera le réseau électrique. Ce dernier point et le lot de toutes les centrales électriques et n'est pas une spécificité de celle au nucléaire. Le réseau électrique fonctionnant à 50Hz (50 impulsions par secondes) les turbines sont donc mis à la vitesse de (50x60 =) 3000 tour/min, ce qui est énorme quand on prend en considération la taille de ces turbines.

FIGURE 1.1. – Turbine de la centrale nucléaire de Balakovo

## 1.2. La fusion nucléaire

Contrairement à la fission qui casse des gros atomes, la fusion nucléaire fusionne (qui l'eût cru) deux atomes. Et pour cela il faut atteindre des températures assez énormes de l'ordre du milliard de degré Celsius (je vous épargnerais la conversion Kelvin-Celsius, à cet ordre-là ça ne fait pas de différence).

Prenons des atomes d'hydrogènes (1 seul protons dans le noyau), il en existe 3 types qu'on appelle isotope: le protium, le deutérium et le tritium.

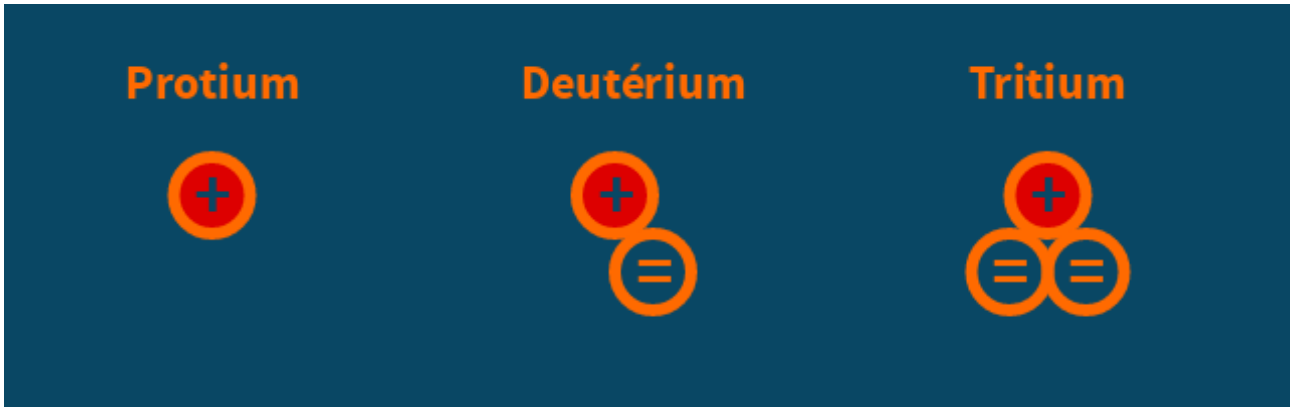


FIGURE 1.2. – Les isotopes de l'hydrogène

La différence entre ces isotopes est leur nombre de neutrons qui appartiennent au noyau 0,1 ou 2.

### 1.2.1. La fusion deutérium-tritium

La fusion entre un atome de deutérium et de tritium requiert des conditions qui sont à ce jour atteignable, en effet, elle ne demande que quelques centaines de millions de degré.

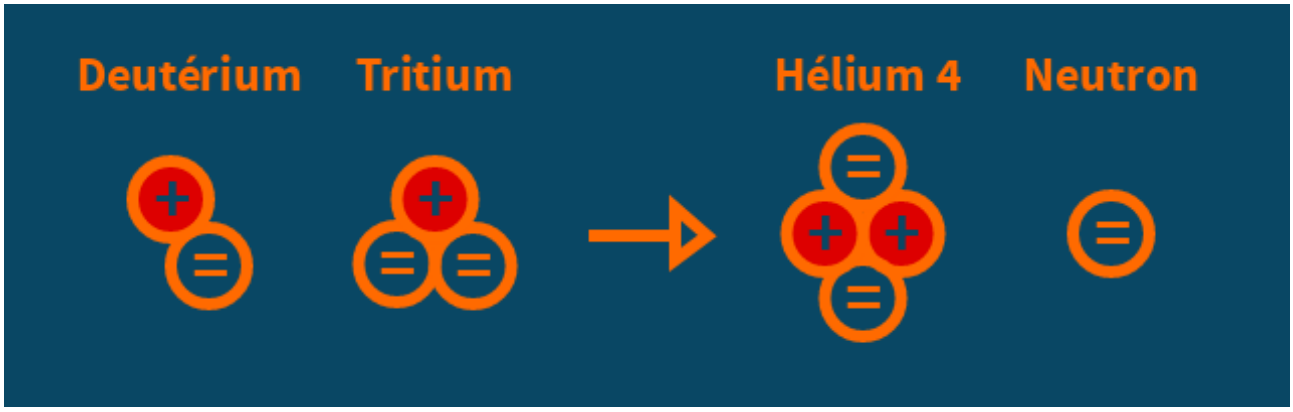


FIGURE 1.3. – Schéma de la fusion deutérium-tritium

Cependant cette réaction possède deux principaux problèmes:

— bien que le deutérium peut être facilement produit avec de l'eau de mer, le tritium est extrêmement rare (donc chère) ;
— un neutron est produit lors de la réaction, ce neutron associé va changer l'isotope d'atome qu'il rencontrera dans son parcours, ça contraint la structure qui accueille le produit à n'être que dans des matériaux dont les isotopes ne sont pas dangereux.

Pour éviter les inconvénients de la fusion deutérium-tritium, d'autre chercheur travaille sur la fusion protium-bore11.

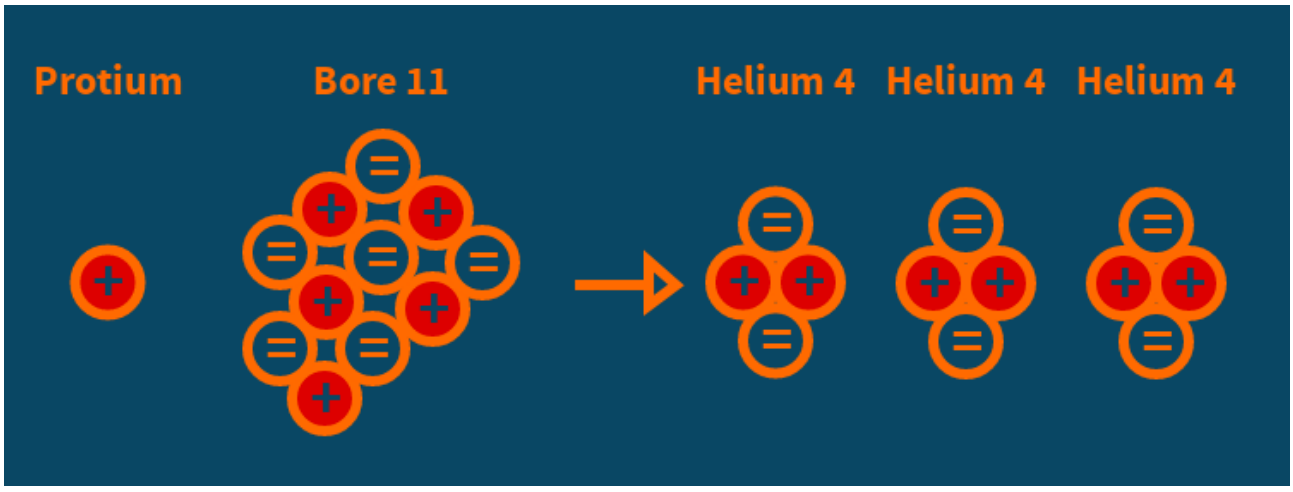


FIGURE 1.4. – Schéma de la fusion protium-bore11

**Remarque**

Il n'y a pas de neutron produit dans cette fusion.

Le Protium et le Bore 11 sont très abondant dans la nature. Cependant cette fusion demande une température 10 fois plus élevé que celle de la fusion deutérium-tritium, soit plus d'un milliard de degrés.

## 2. L'ignition

Un des principaux problèmes rencontrés pour permettre l'industrialisation de la fusion nucléaire est le rendement énergique. Il faut toujours dépenser bien plus en énergie pour provoquer la fusion que la fusion permet de créer. Cependant, le NIF, un projet californien de fusion nucléaire contrôlée par confinement laser, aurait atteint le point où on produit plus d'énergie par la fusion qu'elle en consomme qu'on appelle Ignition. En effet, ce 5 décembre 2022, le laboratoire national de Lawrence Livermore annonce avoir produit 3,15 mégajoules après avoir concentré 2,05 mégajoules avec les 192 lasers du NIF.

C'est très inspirant, mais il y a un problème. Dans l'énergie consommée par la fusion on ne compte que l'énergie donnée à la fusion, mais on ne compte pas l'énergie consommée par les lasers par exemple. Au total, l'expérience à consommé plus de 300 mégajoules.

Voilà qui nous donne un coup au moral. Mais une telle avancé est une bonne nouvelle pour le monde de la fusion nucléaire. Cela permet de parler de la fusion et donc de créer des passions chez les jeunes et futurs chercheurs, mais aussi cela permet de relancer les investissements dans les projets. Notamment pour le projet ITER, un projet international dont le réacteur se situe en France dans les Bouches-du-Rhône, et qui vise à l'industrialisation avec un rendement de 10 fois l'énergie consommée.

# Liste des abréviations

**ITER** International Thermonuclear Experimental Reactor. 4

**NIF** National Ignition Facility. 4