

Le soleil artificiel une clé pour l'enjeu énergétique

L'augmentation des besoins en énergie de la population mondiale, la pénurie à terme des énergies fossiles et les problématiques climatiques associées à leur utilisation rendent indispensable le développement de moyens d'exploiter des nouvelles sources d'énergie. C'est dans cette optique que j'ai choisi l'étude de la fusion thermonucléaire contrôlée.

Mon sujet s'inscrit dans le thème de cette année. En effet, la fusion nucléaire par confinement magnétique est l'une des efficaces alternatives qui sert à apporter une solution finale au enjeu énergétique social-mondial.

Positionnement thématique (ETAPE 1)

PHYSIQUE (Physique de la Matière), PHYSIQUE (Physique Théorique), INFORMATIQUE (Informatique pratique).

Mots-clés (ETAPE 1)

Mots-Clés (en français)	Mots-Clés (en anglais)
<i>Énergie</i>	<i>Energy</i>
<i>Fusion nucléaire</i>	<i>Nuclear fusion</i>
<i>Confinement magnétique</i>	<i>Magnetic confinement</i>
<i>TOKAMAK</i>	<i>TOKAMAK</i>
<i>Plasma</i>	<i>Plasma</i>

Bibliographie commentée

Le développement des sociétés humaines a été accompagné de besoins énergétiques croissant. Le sol terrestre est une source considérable de matériaux utiles à la production d'énergie, mais certaines ressources sont consommées beaucoup plus rapidement que leur temps caractéristique de renouvellement, on énumère les sources d'énergie, de type fossile (pétrole, charbon ...) ou non fossile (uranium, thorium ...). Des efforts relativement récents cherchent à augmenter la part de la consommation énergétique liée aux énergies renouvelables, telles l'éolien, l'hydroélectrique, le solaire photovoltaïque ... [1]

Les énergies fossiles sont mises en cause pour leur contribution à la pollution atmosphérique et à l'effet de serre et la fission nucléaire résout en apparence les inconvénients des énergies fossiles mais son exploitation est dangereuse et demande beaucoup de rigueur, tandis que le traitement de ses déchets pose des défis encore non résolus. Ainsi, les énergies renouvelables sont séduisantes mais sont difficiles à mettre en œuvre à l'échelle de la demande mondiale. Aucune solution universelle n'existe à ce jour. Alors, la recherche pour la production d'énergie à partir de fusion nucléaire prend tout son sens. Cette technique promet une production d'énergie à grande échelle, en toute sécurité, et avec très peu de combustible. Théoriquement, la fusion de moins d'un kilo de deutérium et de tritium produirait la chaleur nécessaire à la production de 1 000 MW d'électricité, c'est ce qu'on

réalise aujourd'hui à partir d'environ 5 000 tonnes de combustibles fossiles. [1,2]

La fusion existe déjà dans la nature, principalement au cœur du Soleil, et l'appétence des programmes de recherche en fusion est de produire une réaction analogue sur Terre, d'où la notion du soleil artificiel. [3]

La fusion nucléaire a pour but de faire réagir des noyaux légers pour les combiner en un noyau plus lourd, plusieurs réactions de fusion peuvent être envisagées, pourtant la plus avantageuse en termes de rendement et de disponibilité des combustibles est à l'heure actuelle la réaction impliquant le deutérium et le tritium D-T. Avec un amorçage à une température du plasma de 110 millions de kelvin qui correspond à une énergie cinétique des noyaux d'environ 10keV, il s'agit de la réaction D-T la plus favorable, qu'on retrouve dans les machines de fusion actuelles le TOKAMAK, une chambre de confinement à champ magnétique extrêmement fort qui s'oppose, à l'expansion du plasma. Il a été inventé au début des années 1950 par les Russes. Il est destiné à contrôler le plasma pour étudier la possibilité de la production d'énergie par fusion nucléaire. [2,4]

Je compte concentrer mon travail sur l'évaluation d'un critère sur l'efficacité de la réaction, c'est le critère de Lawson qui s'applique à la fusion nucléaire et permet de connaître la rentabilité de la réaction de Fusion. Il est nommé en l'honneur de John D. Lawson qui l'a décrit pour la première fois en 1955. [5]

Problématique retenue

Il est difficile de prendre en compte tous les paramètres influant sur l'efficacité de la réaction de fusion dans le TOKAMAK. Comment peut-on donc améliorer cette efficacité ?

Objectifs du TIPE

Au cours de mon TIPE, je commencerai par comprendre le principe du fonctionnement de la réaction de fusion dans le TOKAMAK. Ensuite, je proposerai une étude comparative entre les différents paramètres influant sur l'efficacité du réacteur, plus précisément le paramètre dimensionnel. En fin, j'utiliserai le logiciel d'informatique PYTHON pour s'assurer des résultats de l'étude précédente.

Références bibliographiques (ETAPE 1)

[1] ALEXANDRE STORELLI : Étude du transport turbulent dans les plasmas du tokamak Tore Supra : <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-01167913v2/document>

[2] CEA : Fusion Magnétique ; Grands principes : <http://irfm.cea.fr/fusion/grands-principes/>

[3] CEA : La fusion nucléaire :

<https://www.cea.fr/comprendre/Pages/energies/nucleaire/essentiel-sur-la-fusion-nucleaire.aspx>

[4] JOUNAYD BENTOUNES : Etude expérimentale de la production d'un courant d'ions négatifs appliquée à la fusion thermonucléaire contrôlée par utilisation de techniques spectroscopiques... : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02913542/document>

[5] WIKIPÉDIA : Critère de Lawson : https://fr.wikipedia.org/wiki/Crit%C3%A8re_de_Lawson

DOT

- [1] *Avril 2020 : recherche générale sur les sujets associés au thème de l'année 2021 et compréhension du travail demandé.*
- [2] *Vers la fin de l'été : choix du sujet.*
- [3] *Novembre-Décembre : documentation.*
- [4] *Janvier-Mai : approfondissement des connaissances sur les différents paramètres influant sur l'efficacité du réacteur de la fusion nucléaire, surtout le paramètre dimensionnel.*
- [5] *Début Juin (Après les concours) : développement d'un programme PYTHON qui sert à s'assurer des résultats obtenues précédemment.*