

Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (1990)
Heft: 9

Artikel: Le soleil bientôt apprivoisé
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-971557>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 13.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Le Soleil bientôt apprivoisé

Dans les années septante, produire de l'énergie par la fusion thermonucléaire, à l'image du Soleil, pouvait sembler complètement utopique. Aujourd'hui, grâce notamment à une expérimentation européenne à laquelle la Suisse participe, ce rêve pourrait devenir réalité.

De 1960 à 1988, la consommation mondiale d'énergie a triplé. Or, brûler des combustibles fossiles pollue l'atmosphère et les réserves de ces précieuses matières premières ne sont pas illimitées. Pour ne rien arranger, les centrales nucléaires produisent des déchets radioactifs que l'homme ne sait pas éliminer. Il est donc nécessaire de trouver de nouvelles sources d'énergie pour le XXI^{ème} siècle, à la fois abondantes et peu polluantes.

Le Soleil nous suggère une solution possible, lui qui rayonne de mille feux depuis presque cinq milliards d'années. Le secret de cette longévité est caché au coeur de l'astre. Là, la pression est telle, que les atomes d'hydrogène — qui d'habitude n'éprouvent guère d'affinité les uns pour les autres — en viennent à se rapprocher suffisamment pour "s'enlacer" et ne faire plus qu'un élément : l'hélium. C'est la *fusion thermonucléaire*, qui s'accompagne d'une colossale production d'énergie...

Eblouis par cette merveilleuse usine énergétique, les physiciens s'évertuent depuis 35 ans à dompter ces réactions dans leurs laboratoires, en vue de produire un jour de l'énergie dans des centrales à fusion. Mais l'union des atomes d'hydrogène est loin d'être accessible ici-bas, et il est illusoire de vouloir reproduire exactement les conditions extrêmes régnant au coeur du Soleil.

C'est pourquoi les chercheurs envisagent de réaliser une fusion entre deux cousins lourds de l'hydrogène, le *deutérium* et le *tritium*, comportant

respectivement un et deux neutrons dans leur noyau, alors que l'hydrogène n'en a pas.

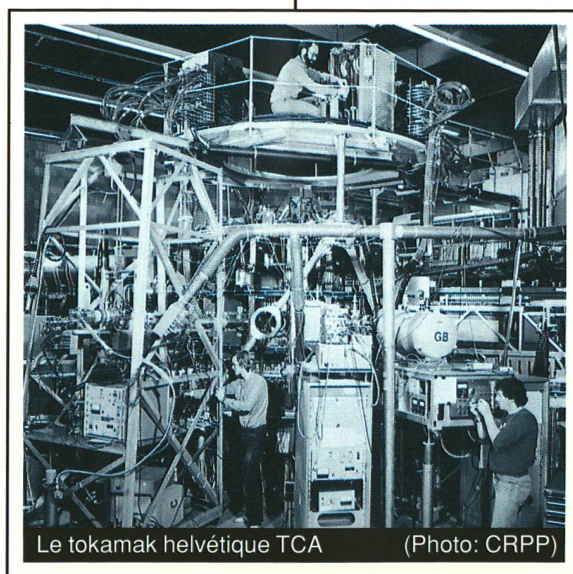
Cette fusion présente certes quelques dangers de radioactivité, qui sont cependant bien moins préoccupants que ceux posés par les centrales nucléaires. La fusion d'un deutérium avec un tritium engendre en effet l'éjection d'un neutron, en plus de la formation d'hélium. Les parois des futurs réacteurs à fusion seront ainsi rendues radioactives par le bombardement

de ces neutrons. Mais la réaction ne produira pas de déchets nucléaires à proprement parler. Un autre problème ralentit toutefois la progression de la recherche : le tritium est lui aussi radioactif, et il coûte très cher. C'est un gros handicap pour les travaux de laboratoire, mais moindre pour d'hypothétiques réacteurs, isolés dans des enceintes de sécurité : le tritium pourra être "fabriqué" sans danger et à bon compte dans le réacteur lui-même, en exposant du lithium — un élément très

abondant sur la Terre — au flux de neutrons.

Ces raisons ont incité les chercheurs à commencer par étudier la réaction de fusion deutérium-deutérium, qui présente moins de risques bien qu'elle soit plus difficile à obtenir. Le deutérium se trouve de surcroît à profusion dans les océans, et la quantité contenue dans un litre d'eau, soit environ 0,02 g, possède théoriquement un rendement énergétique comparable à 300 litres de pétrole !

Dans cette optique, le Fonds national suisse a fondé, en 1961 à Lausanne, le Centre de recherche en



Le tokamak helvétique TCA (Photo: CRPP)

physique des plasmas (CRPP), aujourd'hui rattaché à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL). Les machines d'alors, des "pinchs" dans le jargon des physiciens, n'avaient pas de prétention thermonucléaire. Elles visaient à étudier principalement les *plasmas à haute température*, quatrième état de la matière qui règne au coeur du Soleil et qu'il faut maîtriser avant d'obtenir la fusion. Ces pinchs balisèrent en quelque sorte le terrain pour la mise en place sur le site de l'EPFL à Ecublens d'un "tokamak" (voir ci-dessous) helvétique en 1980.

Ce premier tokamak livre encore de précieux résultats à l'heure actuelle. Il sera mis hors service à la fin de l'année pour laisser la place dès l'été prochain à une autre machine de plus gros calibre, capable de moduler la forme de son plasma. Cette expérimentation tout à fait originale devrait permettre d'améliorer la rentabilité énergétique des futurs réacteurs à fusion.

Le CRPP, dirigé par le Prof. Francis Troyon, est le centre de gravité de la participation helvétique au programme "fusion" de l'Euratom, un accord européen institué en 1957 pour promouvoir l'utilisation

pacifique de l'énergie nucléaire. La contribution de la Suisse s'élève à environ 3,5% du budget total, soit 13 millions de francs pour l'année dernière.

Dans ce cadre, les scientifiques du pays prennent part à la fameuse expérimentation européenne JET (Joint European Torus), le plus grand tokamak du monde installé à Culham (Angleterre), et qui a obtenu les meilleurs résultats à ce jour. Le JET a en effet déjà dépassé les espérances formulées lors de sa mise en route. Les chercheurs européens sont arrivés aujourd'hui à un facteur 1,2 du seuil de faisabilité scientifique d'un réacteur (ou "breakeven"), alors que vers 1970 ils en étaient éloignés d'un facteur 5 000 ! Ils sont ainsi très près d'approivoiser le Soleil.

Avec la phase deutérium-tritium, projetée pour 1995-1996, les physiciens espèrent enfin toucher au but, en maîtrisant un processus de fusion continu et producteur d'énergie. Et même si leurs recherches n'aboutissaient pas à la création de réacteurs économiquement exploitables, elles auront permis d'étudier un état de la matière inexistant sur Terre, mais essentiel à la marche de l'Univers. □

"TOKAMAK" ET "BREAKEVEN"

La méthode la plus prometteuse pour réaliser la fusion thermonucléaire consiste à utiliser un réacteur en forme de chambre à air — un tokamak — pour chauffer un gaz de *deutérium* (ou un mélange de *deutérium-tritium*) à plusieurs dizaines de millions de degrés.

A cette température, les atomes de deutérium perdent leurs électrons pour atteindre l'état de plasma. Et pour éviter que ce plasma ne se refroidisse au contact des parois, on le suspend dans le réacteur au moyen de puissants aimants. La fusion implique donc une dépense importante d'énergie pour le chauffage du plasma. Et lorsque l'énergie investie compense exactement l'énergie produite par la fusion — ce qui n'est pas encore le cas — on atteint le point du "breakeven". C'est l'objectif des grands tokamaks actuels (JET européen, TFTR américain et JT-60 japonais). Mais à ce stade, les réacteurs du futur ne seraient pas encore rentables, à cause des pertes thermiques du plasma.

Pour être producteur d'énergie, les réacteurs à fusion devront aller encore plus loin et satisfaire aux conditions nécessaires à l'"ignition": l'énergie de la fusion compense alors toutes les fuites, et contribue à l'auto-entretien du processus de fusion, comme dans le Soleil.

