



## ITER VU PAR LES ENFANTS

**L'ÉNERGIE DE FUSION ET ITER, AVEC SES TITANESQUES DÉFIS, N'A PLUS DE SECRET POUR LES ENFANTS DE L'ÉCOLE PRIMAIRE DE LA VERDIÈRE DANS LE VAR. AVEC RADIO VERDON, L'AGENCE ITER FRANCE A TENTÉ UNE EXPÉRIENCE ORIGINALE. LES SCIENTIFIQUES ET EXPERTS ONT RÉPONDU AVEC DES MOTS SIMPLES AUX QUESTIONS DES ENFANTS PLEINES DE FRAÎCHEUR.**

Cette émission réalisée avec les élèves permet d'aborder des questions d'histoire, de comprendre des concepts complexes et de faire un tour d'horizon de l'avancement du programme ITER. Morceaux choisis.

### POURQUOI VEUT-ON CONSTRUIRE DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE ?

Il y a quelques centaines de milliers d'années (de -790 000 ans au bord du Jourdain à 72 000 ans en Afrique), l'homme a inventé le feu pour se chauffer, se nourrir et vivre tout simplement. Il a très longtemps utilisé le bois puis, massivement à partir du XIX<sup>e</sup> siècle, le charbon et le pétrole pour se chauffer et se déplacer. Il aura fallu quasiment plus d'un siècle pour maîtriser parfaitement les différentes technologies de l'industrie pétrolière. Ces sources d'énergie ont largement contribué au développement économique et démographique et permis de faire face à des besoins croissants.

Sur la planète, nous avons multiplié par six notre consommation d'énergie en 60 ans (1950-2010). C'est pour cela que l'homme a cherché, et cherche encore, des solutions alternatives.

En faisant des recherches, les scientifiques ont découvert que certains matériaux dégagent beaucoup plus d'énergie. L'uranium utilisé dans les centrales nucléaires, en se cassant, peut fournir des quantités d'énergie des dizaines de fois plus importantes que la combustion du charbon. C'est sur ce principe (la fission) que fonctionnent nos centrales nucléaires. On sait aussi que la fusion de matériaux légers (comme ceux de la famille de l'hydrogène) en matériaux plus lourds produit une grande quantité d'énergie. C'est ce mécanisme (la fusion nucléaire) que les scientifiques vont étudier dans ITER pour répondre aux questions de viabilité scientifique et technique de cette nouvelle source d'énergie abondante et non productrice de gaz à effet de serre. Peut-être, une réponse mondiale pour les besoins des générations futures, à l'heure où le pétrole, le charbon et le gaz auront quasiment disparu.

### QUI A INVENTÉ L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE ?

Les travaux du britannique Ernest Rutherford, prix Nobel de chimie 1908, sont un point de départ essentiel des recherches sur l'énergie nucléaire du 20<sup>ème</sup> siècle. Ils ont permis de comprendre que les grains de la matière (comme le fer, l'oxygène, le carbone...) n'étaient pas les plus petits constituants mais qu'ils étaient composés d'un cœur très petit, le nucleus (le noyau) entouré d'un nuage d'électrons beaucoup plus grands. Les travaux qui ont suivi ont montré que ce noyau peut se transformer spontanément en un autre noyau. Henri Becquerel en 1896 sur la radioactivité naturelle, Pierre et Marie Curie sur les métaux lourds radioactifs (radium et polonium) et les physiciens allemands Otto Hahn et Lise Meitner ont aussi largement contribué à l'essor de cette filière énergétique. En 1919, le scientifique français Jean Perrin comprend comment la matière a été formée au cœur des étoiles par fusion nucléaire. Ces réactions de fusion d'hydrogène, principal constituant de l'univers, sont la source d'énergie des étoiles. Comme on cherche à le faire avec ITER.

### POURQUOI IMAGINE-T-ON ITER COMME UN SOLEIL ?

Car ITER nous permettra de reproduire des réactions de fusion qui ressemblent à celles qui se produisent au cœur du soleil. Vu sa masse, le soleil a une force d'attraction colossale. Sous l'effet de cette force, les gaz qui le composent (hydrogène) sont comprimés, chauffés et attirés vers le centre. Chaque seconde, 4 millions de tonnes de masse d'hydrogène sont ainsi converties en énergie au cœur du soleil à une température de 15 millions de degrés.



Le cœur d'ITER, 10 fois plus chaud que celui du soleil

### COMMENT ALLEZ-VOUS MÉLANGER LES DEUX ATOMES ?

Au cœur d'ITER, les scientifiques chaufferont, à l'aide de puissants générateurs, un gramme d'un mélange gazeux (deutérium-tritium) qui atteindra une température de l'ordre de 150 millions de degrés. Sous l'effet de la température, les noyaux des atomes se détacheront de leurs électrons et prendront de la vitesse. Se produira alors une réaction de fusion entre les noyaux d'atomes. Sur terre, on ne peut pas utiliser la force de gravitation pour « comprimer » les réactions de fusion, comme cela se produit au cœur du soleil, car elle est trop faible. On utilise la force de très puissants électroaimants pour pousser sur le mélange d'hydrogène très chaud et le maintenir en état de fusion.

### EST-CE QUE CELA NOUS BRÛLERA ?

Non car cette réaction de fusion se fera à l'intérieur d'une énorme enceinte fermée et hermétique qu'on appelle l'enceinte à vide. C'est un environnement où il n'y a quasiment pas de matière. Il est près d'un million de fois moins dense que l'air que nous respirons.

### EN QUELLE ANNÉE LE PREMIER TOKAMAK A-T-IL ÉTÉ CONSTRUIT ?

Les premières installations de recherche en fusion ont vu le jour en Russie dans les années 1950. D'une longue série (de T-1 à T-10), c'est véritablement le tokamak T-3 qui permet de franchir une étape essentielle. Il permet aux scientifiques russes de chauffer l'hydrogène à une température de l'ordre de 10 millions de degrés. Des centaines de machines de plus en plus puissantes et de plus en plus performantes ont ensuite vu le jour à travers le monde dans la décennie 70-80 comme TFR, PLT, Tore Supra, JET... en Europe, TFTR aux Etats-Unis, JT60 au Japon. En 2007, la machine KSTAR a été mise en route en Corée du Sud et le tokamak chinois East a produit son premier plasma en 2006. ITER, le plus grand tokamak, en cours de construction sur le site de Cadarache (Bouches-du-Rhône) est l'héritier de cette longue lignée d'installations de recherche. Ses premières expérimentations débuteront en 2025.

<sup>1</sup> De l'acronyme russe Toroidalnaya Kamera c Magnitnyimi Katushkami (chambre toroïdale magnétique).



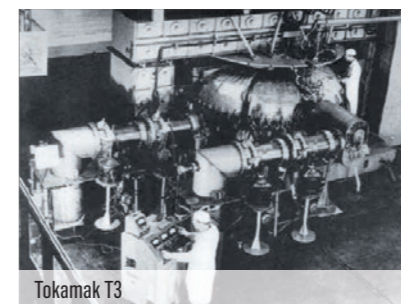
Les étoiles ne consomment pas d'énergie, elles la produisent sans cesse. C'est ce qu'on cherche à reproduire, avec ITER sur terre



Le Tokamak ST25 a produit son premier plasma en 2012



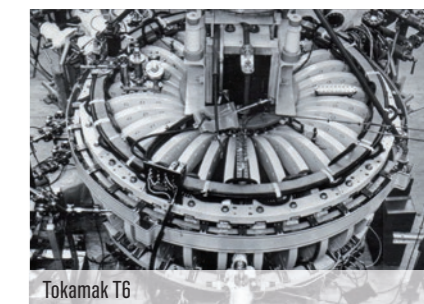
Maquette d'ITER



Tokamak T3



Tokamak T5



Tokamak T6

Tokamaks Russes

### ITER SUR LES ONDES



L'intégralité des interviews réalisées par Yann Artiguelongue de Radio Verdon (96.5 FM) est disponible sur le site [www.radio-verdon.com](http://www.radio-verdon.com). Ont participé : Sylvie Gibert, Jean Marc Ané et Michel Chatelier de l'Institut de recherche en fusion magnétique, Jean Pierre Martins, Laurent Patisson, Roberto Lanza, Toi, Joëlle Elbez-Uzan, Gregory De Temmerman d'ITER Organization et Sylvie André-Mitsialis de l'Agence ITER France. Chaque semaine, Radio Verdon diffuse une émission de 7 mn faisant le point sur ITER, le vendredi à 17 heures (rediffusion le samedi à 8h50). Encouragé par « les nombreux retours positifs d'auditeurs et d'élus qui ont apprécié les réponses simples apportées aux enfants lors de l'émission spéciale réalisée avec l'école de la Verdière », Yann Artiguelongue a de nombreux autres projets.