

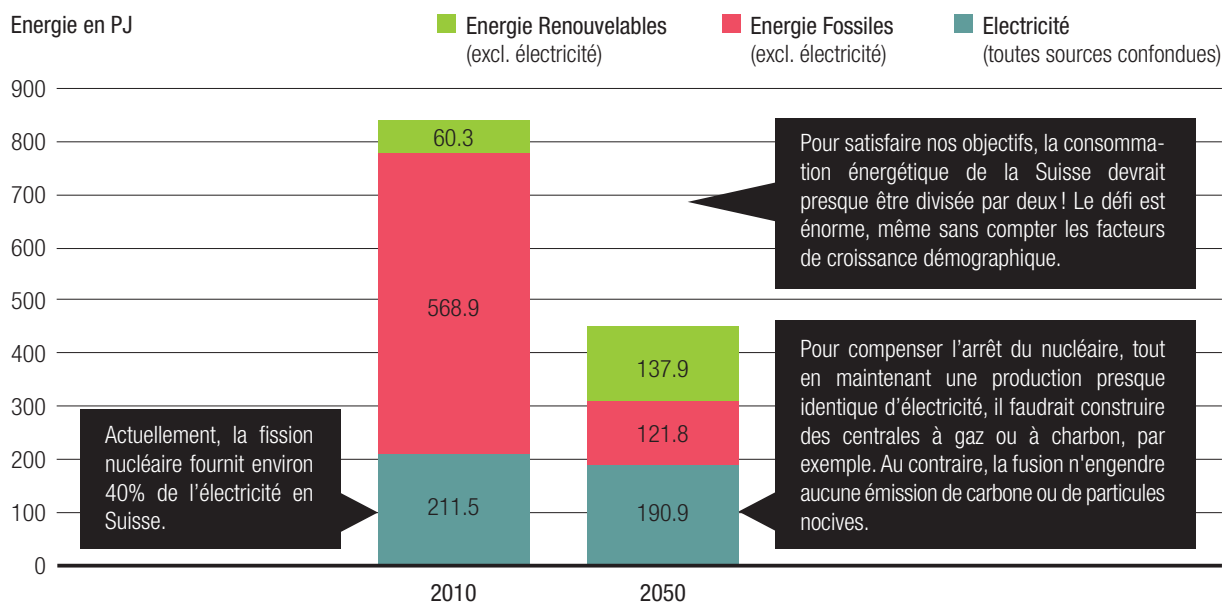
Reproduire l'énergie du Soleil

LA FUSION: L'AVENIR DE L'ÉNERGIE EN MARCHÉ

La fusion – un énorme potentiel oublié

La fusion de l'hydrogène en hélium est le processus énergétique qui fait briller notre Soleil et les étoiles. Maîtriser cette énergie sur terre offrira un potentiel énorme : **la fusion pourra fournir une source d'énergie propre et virtuellement inépuisable**. Le lithium contenu dans une batterie d'ordinateur portable et l'eau d'une demi-baignoire fourniront assez d'énergie pour une personne pendant 30 ans ! Les premiers réacteurs commerciaux sont prévus à partir de la deuxième moitié du siècle.

La Suisse a pris la décision de se passer d'énergie nucléaire. Selon l'OFEN, l'arrêt du nucléaire impliquera nécessairement une réduction drastique de notre consommation d'énergie dans les quarante prochaines années. Avec la fusion, nous pourrions disposer d'une considérable marge de manœuvre supplémentaire pour composer notre mix énergétique.



Le mix énergétique aujourd'hui et en 2050 (source: OFEN)

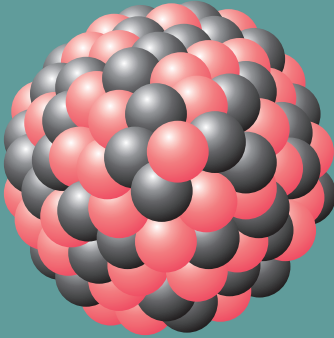
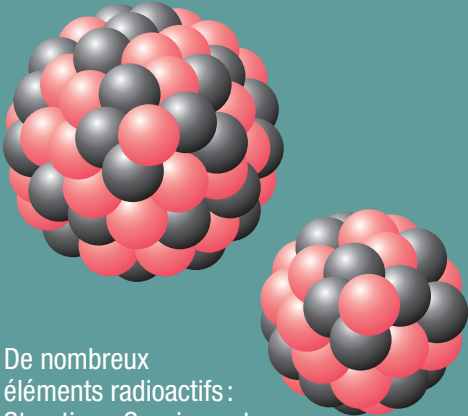
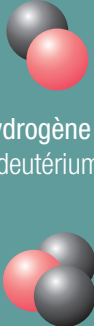

La fusion sera une réalité à la moitié de ce siècle. Elle permettra de :

- **Garantir l'indépendance énergétique** des pays pauvres en ressources fossiles, notamment la Suisse ainsi que la plupart des pays européens.
- **Limiter les impacts climatiques** de l'activité humaine. Selon l'*European Fusion Development Agreement* (EFDA), si nous voulons atteindre les objectifs des Nations Unies d'un réchauffement global de 3 degrés Celsius, la fusion devra représenter au moins 36% de notre mix énergétique.
- **Combiner durabilité disponibilité et sécurité**. La fusion a des ressources quasi illimitées, de l'ordre de plusieurs millions d'années. Contrairement aux nouvelles énergies renouvelables (éolien, photovoltaïque), la fusion permet une production d'énergie en continu, sans égard aux conditions météorologiques.

La fusion – à ne pas confondre avec la fission

La fusion est à l'œuvre au cœur du Soleil. Au contraire de la fission, dont l'énergie provient de la fragmentation de lourds atomes radioactifs en éléments plus légers, également radioactifs, la fusion produit de l'énergie par la combinaison de deux atomes légers d'hydrogène en un atome plus lourd et inoffensif, l'hélium.

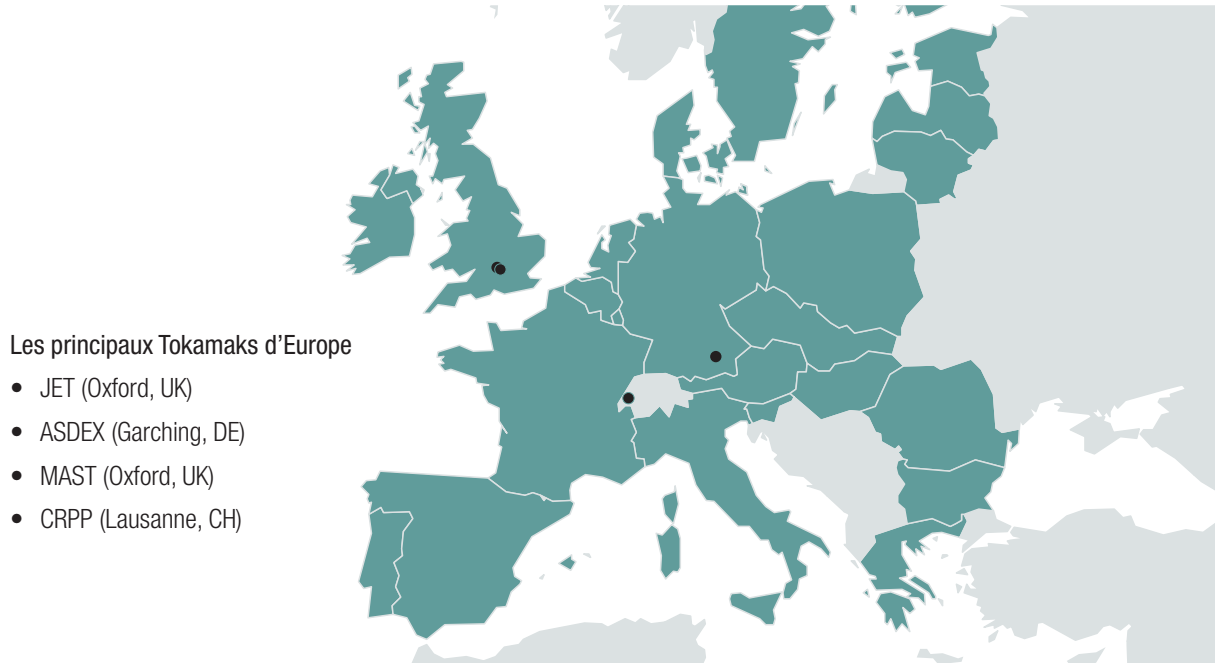
La fusion fera appel au deutérium, très abondant sur Terre, et au tritium – un isotope radioactif de l'hydrogène. Mais en termes de radioactivité, l'on se trouve nettement plus proche du département de radiologie d'un hôpital que d'une centrale nucléaire. De plus, **la réaction de fusion ne génère aucun sous-produit radioactif direct et provoque la création de quelques produits très faiblement radioactifs (70 ans).**

	Carburant	Sous-produits (déchets)
Fission	 <p>Uranium 236</p>	 <p>De nombreux éléments radioactifs : Strontium, Caesium, etc.</p>
Fusion	 <p>Hydrogène ^2H (deutérium)</p> <p>Hydrogène ^3H (tritium, extrait du lithium)</p>	 <p>Hélium (un gaz inerte et inoffensif, aux nombreuses applications)</p>

Le rôle crucial de la Suisse et de son Tokamak

Pour qu'une réaction de fusion ait lieu, l'hydrogène doit être porté à plus de 100 millions de °C. Il forme alors un plasma – tel qu'on le trouve, en plus froid, dans les tubes néon. Pour être porté à de telles températures, le plasma doit être confiné dans un champ magnétique, à l'intérieur d'un réacteur appelé «tokamak».

Le Centre suisse de recherches en physique des plasmas (CRPP) de l'EPFL exploite l'un des quatre Tokamaks les plus performants d'Europe, le TCV (Tokamak à configuration variable).



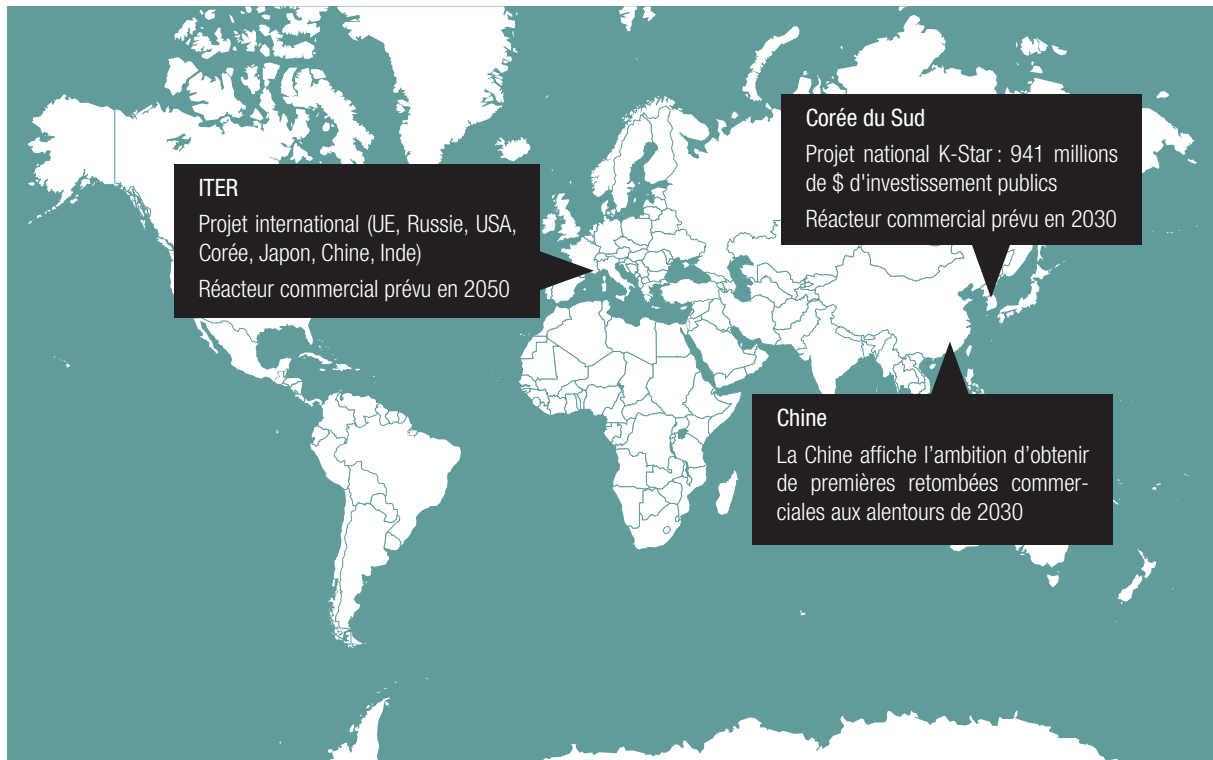
En Suisse, le Centre de recherches des physiques des plasmas offre **des compétences uniques** :

- Il s'agit du seul groupe de recherche au monde capable, grâce à son Tokamak, de modifier significativement la forme du plasma. Le but est de trouver la configuration la plus avantageuse. Son système de chauffage, qui permet d'obtenir des températures approchant les 200 millions de degrés Celsius, fait figure de référence internationale.
- En Suisse, il s'agit de l'unique structure qui puisse former des chercheurs et des techniciens dans le domaine de la fusion.

La course vers la fusion – une compétition globale

C'est sur notre Continent que tout a commencé. Aujourd'hui, **l'Europe est toujours en tête de la recherche sur la fusion**. Elle compte encore les meilleurs spécialistes et les infrastructures les plus performantes pour développer cette technologie du futur.

Cependant, **une concurrence plus agressive se fait jour**. La Corée du Sud et la Chine participent au projet de réacteur ITER, construit en Europe. Mais ils développent également leurs propres infrastructures. Ambitieux, ces deux pays investissent massivement dans la fusion, et n'hésitent pas à déclarer être en mesure de commercialiser des réacteurs dès 2030 – soit plus de 10 à 20 ans avant les européens !



L'Europe doit absolument se donner les moyens de rester compétitive, si elle veut **conserver son avance historique et récolter les fruits de près de 50 ans de travail**. Au sein d'Euratom l'Angleterre, l'Allemagne, la France, l'Italie et la Suisse ont développé le meilleur réseau international de compétences pour développer la fusion. Cette technologie permettra à l'Europe d'assurer son indépendance énergétique – toujours plus menacée – ainsi qu'un savoir-faire crucial pour l'avenir de nos industries.

Questions indiscretes

La fusion est-elle une technologie à risque ?

NON. • Une radioactivité comparable à un service de radiographie clinique

Avec le recours à l'hydrogène tritium, la radioactivité dans un réacteur à fusion est comparable à ce que l'on trouve dans un service hospitalier de radiologie.

• Pas de réaction en chaîne, un contrôle total

Les réacteurs ne produiront pas de réaction en chaîne. Le risque d'explosion ou de perte de contrôle est donc nul. Un réacteur à fusion peut être arrêté simplement en toutes circonstances.

• Une réaction sans sous-produit radioactif

Le tritium est entièrement consommé dans la réaction de fusion et transformé en éléments stables et non radioactifs. Seuls quelques éléments du réacteur présenteront une radioactivité limitée pendant une durée d'environ 70 ans.

De plus, de récents développements suggèrent qu'il serait envisageable de se passer entièrement de tritium. De nombreuses équipes scientifiques travaillent sur cette possibilité.

Les centrales à fusion poseront-t-elle des problèmes de démantèlement ?

NON. Certaines parties de la chambre du réacteur seront radioactives pendant une assez courte durée d'environ 70 ans.

La fusion est-elle une énergie renouvelable ?

OUI & NON. A proprement parler, la fusion n'est pas une énergie renouvelable. Mais les éléments nécessaires (eau et lithium) sont disponibles en quantité presque illimitée. L'équivalent du lithium d'une batterie d'ordinateur portable, ainsi qu'une demi-baignoire d'eau peuvent fournir 200'000 KWh, soit de quoi assurer la consommation électrique moyenne d'un suisse pendant 30 ans !

Pourquoi l'Office fédéral de l'énergie ne prend-t-il pas en compte la fusion dans ses projections ?

La récente étude sur les stratégies énergétiques, publiée par l'OFEN, établit des projections jusqu'en 2050. La fusion, quant à elle, ne sera pas déployée massivement avant la seconde moitié du 21e siècle, si nous maintenons nos efforts en termes de recherche et développement.

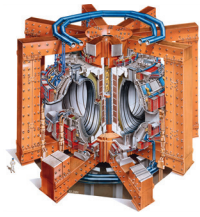
Euratom va également financer des recherches sur la fission nucléaire. Pourquoi un pays comme la Suisse, qui a clairement décidé de se passer d'une telle source d'énergie, participerait-il à ce programme ?

Le paquet Euratom pour la période 2014-2018 prévoit au total 4,4 milliard d'euros d'investissement. Seul un quart de cette somme sera consacrée à la fission, dans une grande part pour étudier des solutions en vue de démanteler les centrales. En décidant de se passer de nucléaire, la Suisse devra nécessairement faire face à ce problème – et le fait est que les solutions actuelles ne sont de loin pas satisfaisantes, et que les opérations sont extrêmement coûteuses. Selon Swissnuclear, le coût total de la gestion des déchets et du démantèlement des centrales suisses existantes se chiffrera à 20,7 milliards de francs.

On parle de fusion depuis longtemps – pourquoi n'y a-t-il pas déjà des technologies sur le marché ?

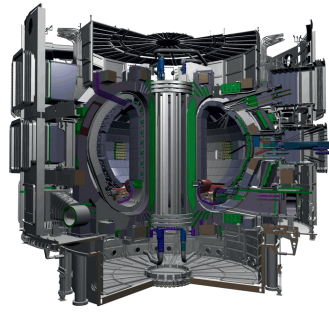
Dans le domaine de l'énergie, la recherche est un investissement à long terme. Par exemple, les panneaux photovoltaïques reposent sur de premières recherches effectuées il y a plus d'un siècle et n'ont pas encore atteint leur plein potentiel. La recherche en fusion a été trop médiatisé dans les années 80, avant de passer dans l'oubli depuis une dizaine d'années.

Timeline



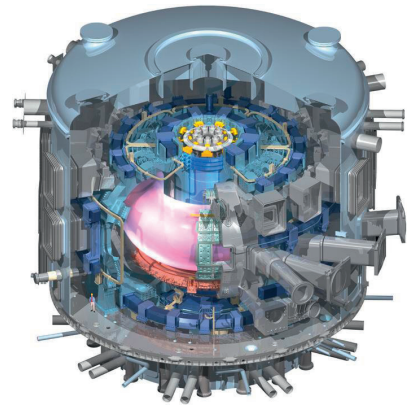
JET

1983 – present



ITER

Construction 2008 – 2020
Opérations 2020 – 2030



DEMO

Construction 2030 – 2050
Production d'énergie avant 2050

