

Toucher à la fusion des atomes et en revenir

BULLETINS



BULLETIN 23 NOVEMBRE 2018

UN AVANT-GOÛT DE PLASMA

Ce 23 novembre 2018, le RC Aigle est au complet, enfin presque... Cette impression est provoquée par le fait que les Rotariens qui faisaient partie de l'expédition en Thaïlande sont désormais de retour à Yverne. S'ajoute à cela le fait que le club compte désormais un nouveau membre en la personne de Stéphane Grau.

Luc del Rizzo, Président, prend la parole et souhaite la bienvenue à l'assemblée et notamment à l'invité présent dans ses rangs, en la personne du Rotarien Philippe Grau. Il rappelle l'événement important du 30 novembre 2018, soit la visite du Swiss Plasma Center de l'EPFL qui est amorcée dès le jour même par une conférence de notre ami Jacques Gamboni sur le sujet.

EN UN CLIN D'ŒIL

- Une conférence se passe que déjà se présente la suivante: M. Christian Reber va parler du secours en montagne.
- [Inscrivez-vous svp Doodle ici](#)

Avant de passer la parole au conférencier du jour, le Président rappelle, en guise de pensée de jour, les quelques mots de Frédéric Beigbeder : « *je n'aime pas dire du bien de moi, je préfère dire du mal des autres.* »

INTRODUCTION À LA FUSION DES ATOMES

Jacques Gamboni prend alors la parole pour initier l'assemblée à ce qu'est le plasma et pourquoi la recherche liée à ce 4^e état de la matière est importante et

Rotary



SOYONS
L'INSPIRATION

SECOURS EN MONTAGNE



offre des perspectives d'avenir en matière de sources énergétiques. Au terme de la présentation, Philippe Grau prend la parole pour donner quelques indications sur le projet ITER (le chemin en latin) et qui réunit la grande majorité des pays développés dans le but de construire le plus grand tokamak jamais conçu et démontrer ainsi que la fusion peut être utilisée comme source d'énergie à grande échelle.

Ces interventions se terminent sous les applaudissements de l'assemblée qui salive d'avance de procéder à la visite des installations de l'EPFL. Mais avant cela, l'équipe de l'Auberge de la Couronne a concocté une choucroute pour rassasier tous les Rotariens, sauf nos amis Franz-Henri Gilliéron et Maurice Turrian qui ont eu droit à des filets de perche du Lötschberg.

Belle semaine et d'avance bonne

RÉUNION DU 30 NOVEMBRE 2018
LA COURONNE

Présidence :

Luc del Rizzo

Bulletinier :

Jacques Gamboni

Présences à l'extérieur

NOP

Rot. visiteurs-invités :

Alexandra Morisod

Philippe Grau

Jean-Charles Marchetti

RC Monthey

Apéritif :

Offert par le club

Taux de présence :

Bien: vers les 50%

visite à l'EPFL ! - Nicolas Riesen

**Inscrivez-vous à la conférence
de Christian Reber >>>>>>>>**

Date et heure de la conférence

6 décembre 2018



A VOS AGENDAS

NB: à jour sur le site du club

6.12.18	Dîner d'amitié avec Dames + Conf. M. Reber	BADOUXTHEQUE
14.12.18	AG, DA et conférence de classification de Stéphane Grau	Auberge de la Couronne
20.12.18	Apéro Time !	Caveau des Vignerons d'Yvorne
21.12.18	Déjeuner d'amitié	Auberge de la Couronne

FUSION NUCLÉAIRE, MÊME PAS PEUR



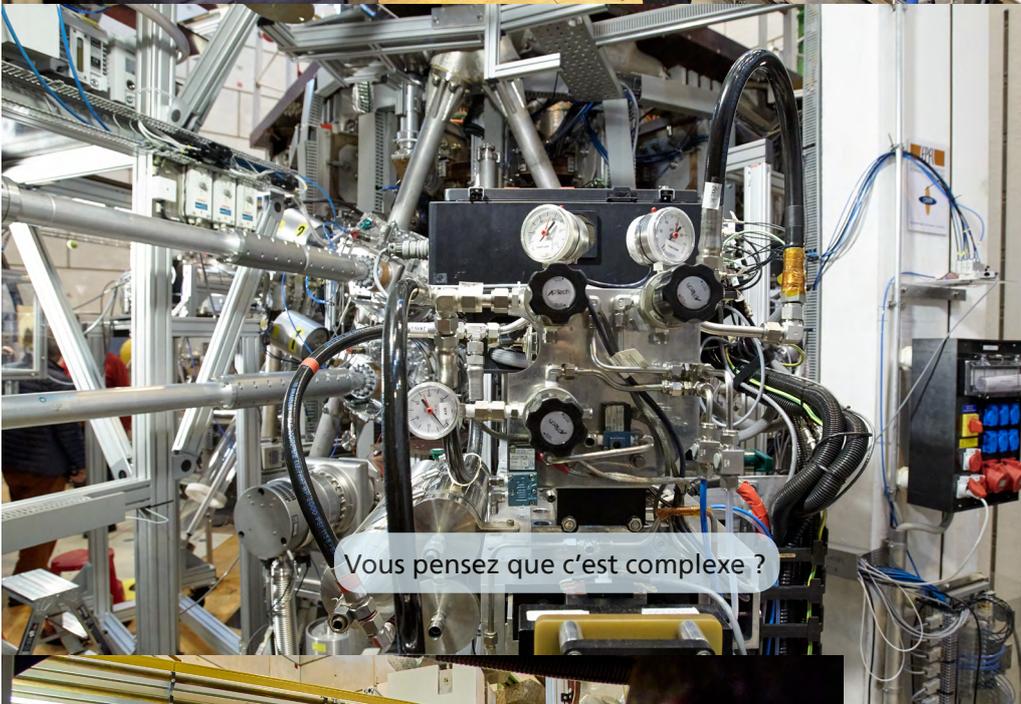
On touche ici au coeur du réacteur



Les quelques Rotariens d'Aigle et de Monthey qui se sont rendus sur le site du

Swiss Plasma Center ont été accueillis par le Docteur Yves Martin pour une séance de rafraîchissement des connaissances. Dûment armés, ils se sont rendus tout près du réacteur. On parle bien d'un réacteur thermonucléaire; vous pensez que cela leur a fait peur? Même pas !

LES ENJEUX



Vous pensez que c'est complexe ?

A l'EPFL, les visiteurs ont découvert un institut de recherche à la pointe mondiale du progrès dans son domaine. Cent cinquante personnes y travaillent, pour la quasi-totalité des professeurs, chercheurs, physiciens, doctorants. Chacun d'entre eux, outre le plaisir qu'il trouve à la recherche, est conscient des enjeux de leur recherche. L'humanité a besoin qu'elle aboutisse afin nous autres, nous puissions non seulement maintenir notre développement, mais probablement aussi simplement survivre à l'impératif de la *Société Zéro Carbone*.



Tous autour des canons du cyclotron à électrons

Nous ne revenons pas ici sur l'objet de la recherche, nos lecteurs sont désormais bien instruits, mais ceux qui veulent en savoir encore plus trouveront en fin de ce bulletin une reproduction de la petite brochure distribuée aux visiteurs.

Les Rotariens, les Rotariennes aussi bien sûr, sont des gens raisonnables que le mot nucléaire n'effraie pas. Les chercheurs et les savants hésitent à se mêler de politique, sachant que craignant que ce terrain-là soit trop difficile pour eux. C'est donc avec réticence qu'ils évoquent la décision prise par le gouvernement suisse de sortir du nucléaire. Après cette visite, ayant littéralement touché de la main le cœur du réacteur, les Rotariens sont convaincus, sans l'ombre d'un doute, qu'il y a nucléaire et nucléaire. Quand le gouvernement déclare: « la Suisse veut sortir du nucléaire », il a sans doute voulu dire que le pays voulait abandonner à l'échéance la technologie de la **fission** nucléaire. Or il ne l'a, semble-t-il, pas précisé. Osons donc espérer que, si un responsable politique qui nous lit, il voudra bien intervenir afin que cette ambiguïté soit levée.

SÛRETÉ DE LA TECHNOLOGIE DE FUSION DES ATOMES

Il faut le dire et le redire, la technologie de la fusion des atomes est une technologie intrinsèquement sûre. La réaction se passe dans une chambre où règne un vide très élevé. La moindre fuite dans la chambre provoquerait immédiatement l'arrêt de la fusion. Certes les températures sont très élevées, mais la masse de gaz à cette température est très faible. La conséquence : il y a dans le plasma en fusion peu de chaleur (d'énergie), donc un danger limité pour l'appareil et, très clairement, aucun danger pour l'environnement. Comme le montre le croquis ci-contre, l'énergie utile, d'un point de vue industriel, est celle produite par l'émission du neutron. Le neutron n'est émis que par une réaction de fusion et c'est son énergie, récupérée dans les parois du réacteur, qui sera utilisée pour produire de l'électricité. L'énergie produite par l'apparition de l'atome d'hélium est idéalement utilisée dans le plasma pour maintenir sa température et favoriser une prochaine fusion d'atomes. Pas de plasma, pas de fusion.

Dans les réacteurs de production, l'énergie produite par la fusion sera utilisée pour chauffer un fluide et créer de la vapeur pour faire tourner les turbines électriques. Aucune radioactivité ne peut être transmise à la vapeur.

La fusion produit un élément radioactif, le tritium, mais ce matériau est immédiatement réutilisé; sa radioactivité est faible et sa durée de vie extrêmement courte. C'est pourquoi on ne trouve pas de tritium dans la nature.

Le soleil

EPA
EUROPEAN PARTICULATE
FILTERING TECHNOLOGY
SWISS PLASMA
CENTER

les étoiles



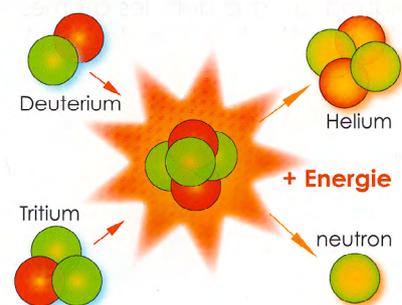
Comment reproduire cette source d'énergie sur Terre ?

... la fusion

Source d'énergie abondante, sûre et respectueuse de l'environnement.

La fusion

Dans le soleil, les noyaux d'hydrogène fusionnent entre eux. Sur terre, la fusion de ses isotopes est plus facile à obtenir et plus efficace.



Le deutérium (D) est très abondant dans la nature. Le tritium (T) est produit à partir du lithium, également abondant.

Un gramme de mélange D-T produit 10'000'000 de fois plus d'énergie qu'un gramme de pétrole.

Les réserves de deutérium et de lithium permettent des dizaines de milliers d'années d'exploitation.

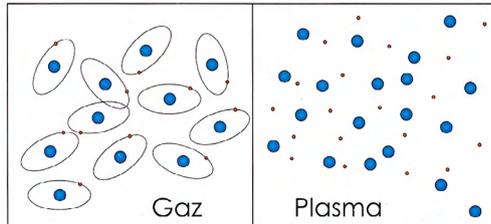
La fusion est sûre et ne produit pas de déchets nécessitant de longues durées d'entreposage.

Le plasma

Pour que les réactions de fusion aient lieu, il faut que la température du mélange D-T atteigne 100'000'000°C.

Au-delà de 10'000°C, un gaz devient un plasma, un gaz dont les atomes sont ionisés: les électrons ne tournent plus autour de leur noyau.

C'est pourquoi on étudie ces plasmas!

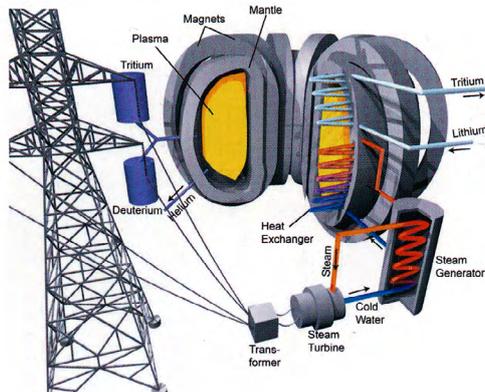


Exemples de plasmas

- Soleil
- Aurores boréales
- Eclairs
- Tubes néons



Le réacteur

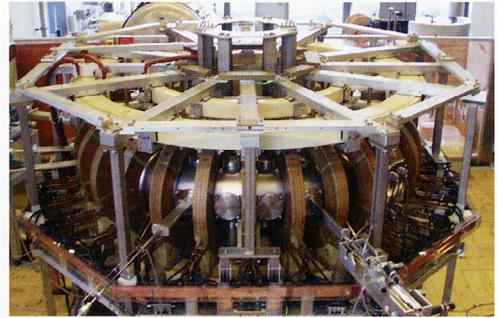


Un réacteur à fusion de type 'tokamak' est composé de:

- Une boîte en forme d'anneau contenant le plasma.
- Un système d'injection de combustible.
- Des systèmes de chauffage du plasma.
- Des bobines magnétiques pour maintenir le plasma à distance de la paroi.
- Des échangeurs de chaleur pour extraire l'énergie de la machine.
- Des turbines pour produire de l'électricité.

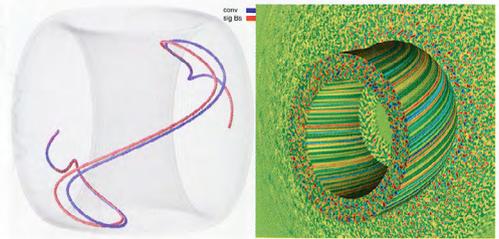
Plasmas de base

Théorie



TORPEX est une installation de physique de base permettant d'étudier la turbulence présente à l'intérieur du plasma.

Les études théoriques, par le biais de simulateurs modélisent ce qui se passe dans les plasmas chauds.

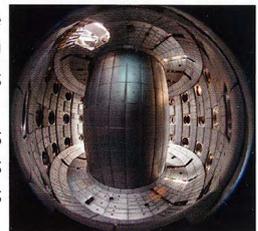


TCV - Tokamak à Configuration Variable

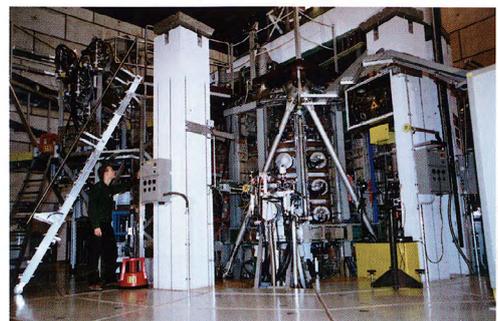
Le tokamak est le type d'installation le plus prometteur pour la réalisation de la fusion.

Le tokamak de l'EPFL est dédié à l'étude

- de l'influence de la forme du plasma sur ses caractéristiques.
- des plasmas dans des conditions proches de celles d'un réacteur.



**Record de température:
170'000'000°C**





Centre d'excellence regroupant les activités plasmas et fusion de Suisse. Membre du Consortium EUROfusion.

2 sites:

- EPFL - Lausanne
- PSI - Villigen

125 collaborateurs
plus de 20 nationalités



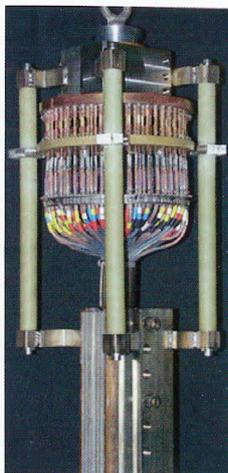
spc.epfl.ch

Science et technologie

Supraconductivité

Développement et tests de câbles supra-conducteurs à basse ou haute température pour la fusion.

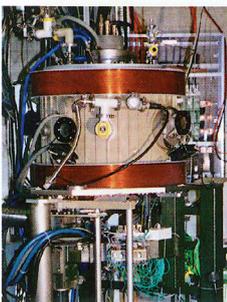
Installation unique au monde pour le test de câbles supra-conducteurs.



Procédés plasmas

Développement et tests de techniques basées sur les plasmas pour le traitement et le revêtement de surfaces diverses.

En collaboration avec l'industrie spatiale, médicale, horlogère, et agro-alimentaire.



QUEL AVENIR ?

C'est une question difficile, à plusieurs volets: on voudrait savoir quand cette recherche aboutira à une production réelle d'électricité, quel chemin pour y parvenir, quelles sont les conditions et quels sont les enjeux. Le tokamak de Lausanne a été conçu essentiellement pour comprendre les plasmas, non pas pour produire de l'électricité. Sa configuration et les très nombreux instruments de mesure qui l'entourent ont permis aux chercheurs de faire des découvertes capitales. Ils imaginent, à sa suite, construire des centrales d'une puissance typique de 500 MW pour commencer. À titre de comparaison, la Grande-Dixence dispose d'une puissance de 1800MW.

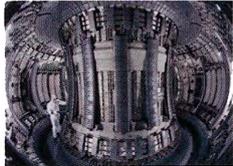
A titre de comparaison toujours, la Suisse consomme environ 240TWh en une année. Pour couvrir ce besoin en puissance en ne recourant qu'aux centrales à fusion, il faudrait environ 55 centrales de ce type en Suisse. Soyons réalistes, aujourd'hui la moitié de l'énergie consommée en Suisse est produite localement, soit par l'hydroélectricité, soit par les énergies renouvelables. On devrait donc s'en tirer avec une trentaine de centrales pour remplacer les énergies fossiles. Ce nombre donne cependant une idée de l'effort qu'il faudra consentir pour parvenir à la société zéro carbone. Ce ne sera pas suffisant naturellement il faudra aussi remplacer tous les véhicules et tous les appareils de chauffage qui utilisent de l'énergie fossile.

Les participants à la visite ont encore appris que les Chinois, optimiste de nature et disposant d'une fortune colossale, avaient d'ores et déjà commencé à planifier (voire construire) la construction de centrales à fusion en se basant sur les plans de construction d'ITER. Les Européens — la Suisse en particulier — devraient probablement en tirer une leçon et ne pas trop attendre avant de planifier eux aussi la construction de leurs centrales. Tout le monde se souvient du cas des panneaux solaires développés en Suisse aux frais des Suisse pour être finalement produit en Chine, et achetés en Chine pour être installé en Suisse. L'histoire ne devrait pas se répéter.

ITER & DEMO

Nos lecteurs ont entendu parler de ces projets, l'extrait de la brochure cité donne une idée du planning; il semble que ce planning sera tenu. Nous n'allons pas en dire plus, Internet fourmille d'informations à ce sujet.

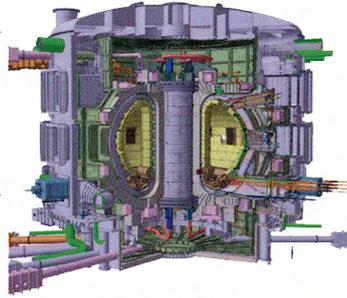
Installations de recherches actuelles



2015

ITER

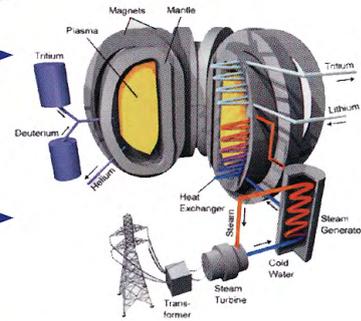
Premier réacteur produisant plus d'énergie qu'il n'en consomme ($P_{\text{fusion}} \sim 500\text{MW}$)



2025

DEMO

Premier réacteur commercial (500MWe)



2035

2045

Le programme

REVENONS AU CLUB

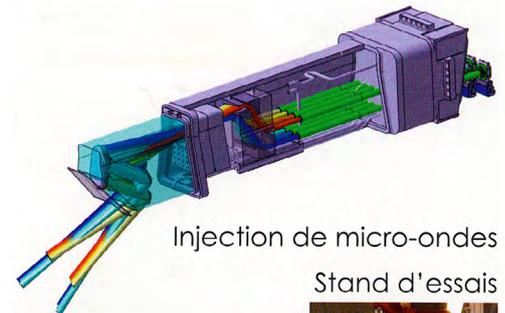
Au programme jeudi soir : une conférence de Christian Reber sur l'organisation de la colonne de secours en montagne. Attention cette conférence a lieu à la Badouixthèque ; début des festivités 18h30, les épouses compagnes et amies sont les bienvenues. L'organisateur serait ravi que l'on s'inscrive. Deux possibilités : soit le site de l'agenda, soit le traditionnel Doodle.

Le vendredi qui suit, le 14 décembre, une assemblée générale qui débute à 11 heures et une conférence de classification qui débute à 12h15 espérons. Venez nombreux.

⚡ ⚡ *Jacques Gamboni*

ITER

Participation au projet international ITER, en phase de construction dans le sud de la France.



Injection de micro-ondes

Stand d'essais



Enseignement

Master en physique des plasmas, en génie nucléaire.

Ecole doctorale.