



# Le CRPP dans le monde de la fusion

M. Q. Tran

Centre de Recherches en Physique des Plasmas

Association Euratom- Confédération Suisse

Faculté des Sciences de Bases

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne



# Aperçu

- Introduction: Historique du CRPP
- Le contexte international: ITER et l'Approche Elargie
- Le CRPP dans le contexte d'ITER et de DEMO
- Comment le CRPP peut il contribuer à la promotion industrielle?
- Conclusion



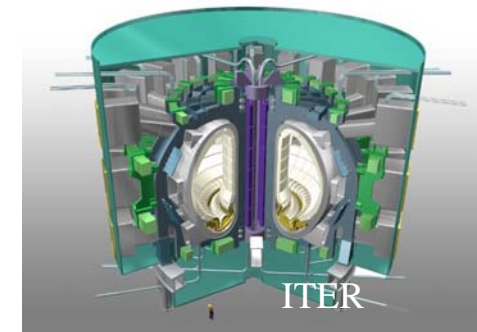
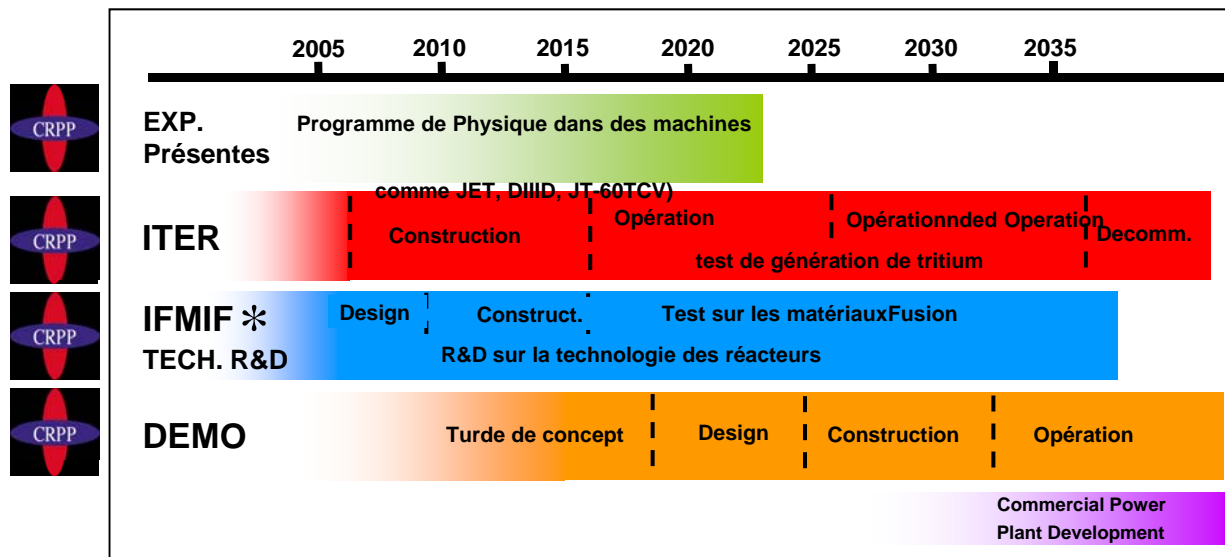
## Historique du CRPP

- 1961: Fondation du CRPP par le Fonds National, 3 ans après la 2ème Conférence « Atoms for Peace » à Genève (1958) dont nous avons célébré le cinquantenaire en 2008 en la refaisant à Genève
- 1973: Intégration du CRPP à l'EPFL
- 1978-1979: Accord cadre CH-Euratom. Le CRPP devient l'Unité de Recherche de l'Association Euratom- Confédération Suisse
- 1994: Intégration au CRPP des laboratoires de technologie de fusion du PSI

Depuis 1979, la Suisse (à travers le CRPP) est membre à part entière du programme de recherche européen en fusion.

# Contexte international

- 4 piliers de la recherche internationale en fusion



$$P_{\text{fusion}} = 15 \text{ MW}; 5 \text{ s}$$

$$P_{\text{fusion}} = 500 \text{ MW}, 500 \text{ s}$$

$$P_{\text{elec}} = 1'000 \text{ MW}_e, \text{ continu}$$

\* IFMIF: International Fusion Material Irradiation Facility

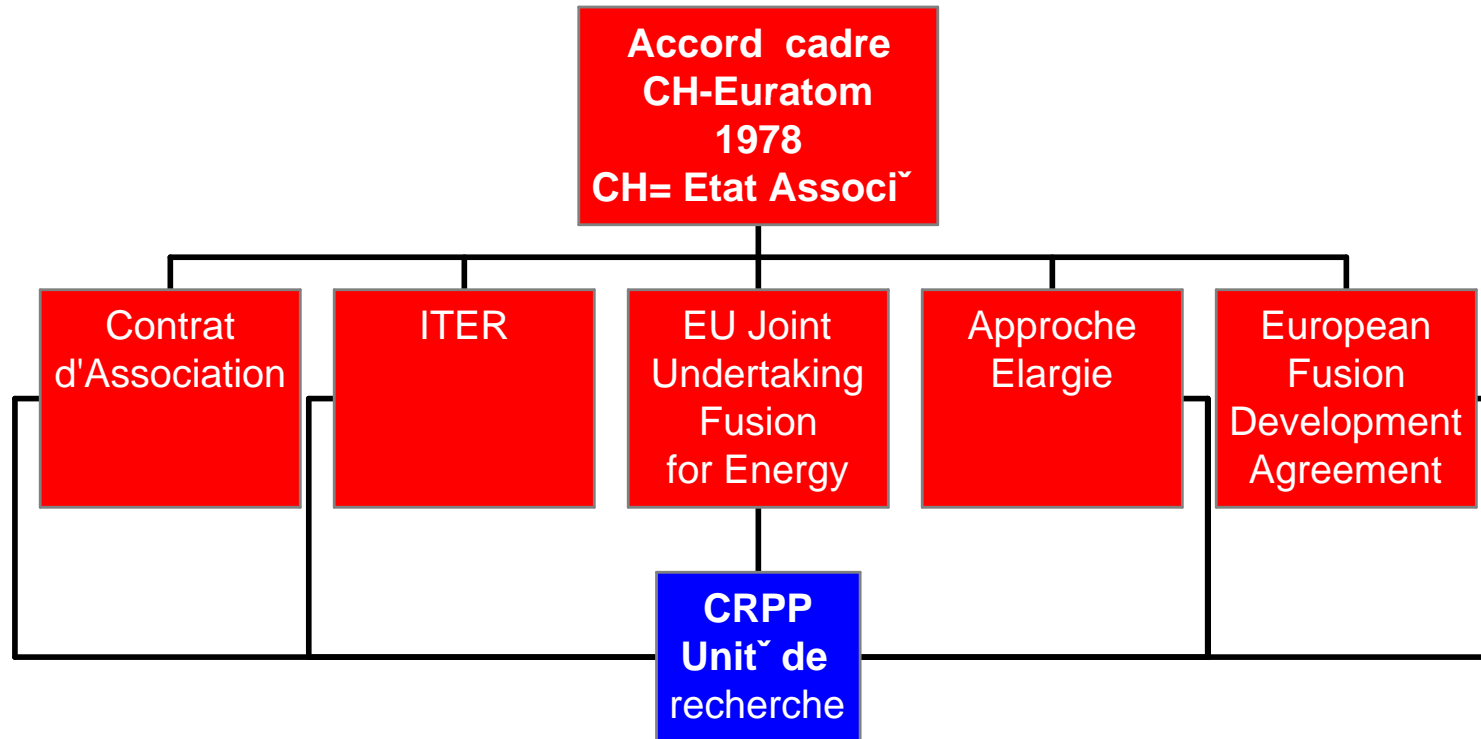


## Les missions du CRPP

- Objectif programmatique: Contribuer à la réalisation de la fusion comme source d'énergie dans le cadre de la collaboration avec l'Euratom (« Accord cadre de 1978 »)
- Les activités du CRPP comprennent:
  1. Le développement des scénarios de physique pour **ITER** et DEMO
  2. Une participation à la construction d' **ITER**
  3. R&D dans la science des matériaux pour ITER et pour **DEMO** (« Approche Elargie »)
  4. Transfert de technologie (« Approche Elargie »)
  5. Education et formation



# La Suisse, le CRPP et l'Euratom



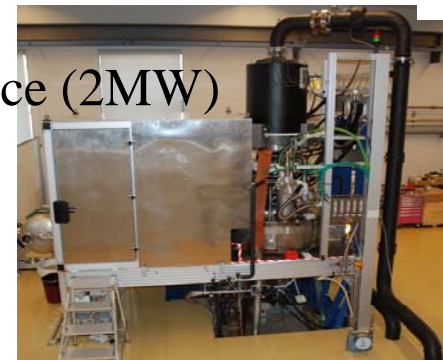
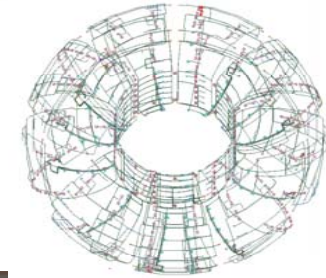
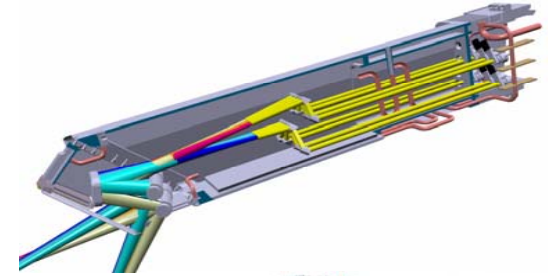
La Suisse et l'Euratom ont développé, au CRPP, des compétences spécifiques et construit des infrastructures uniques au monde en vue d'ITER et de DEMO.



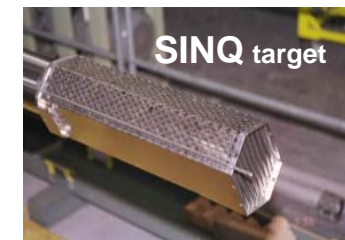
# Contribution à la construction d'ITER



- Développement d'une antenne pour les ondes à très haute fréquence
  - La solution développée par le CRPP réduit les coûts et augmentent les performances significativement
- Diagnostic magnétique
  - Spécialité du CRPP
- Développement de source microonde de puissance (2MW) pour ITER
  - L'Euratom a fortement financé le stand d'essai
- R&D et qualification des câbles supraconducteurs d'ITER et DEMO
- L'Euratom a également fortement financé les deux installations de test SULTAN et EDIPO, uniques au monde



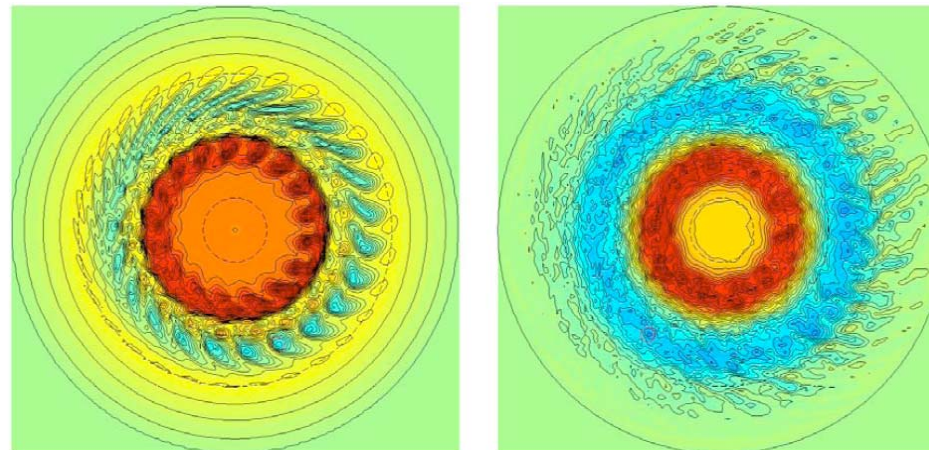
- But: Développer et caractériser sous irradiation les matériaux pour ITER et DEMO, en particulier les aciers dont l'activation sous les neutrons de fusion reste faible, ainsi que les matériaux à haute température de fusion





## Simulation des plasmas de fusion

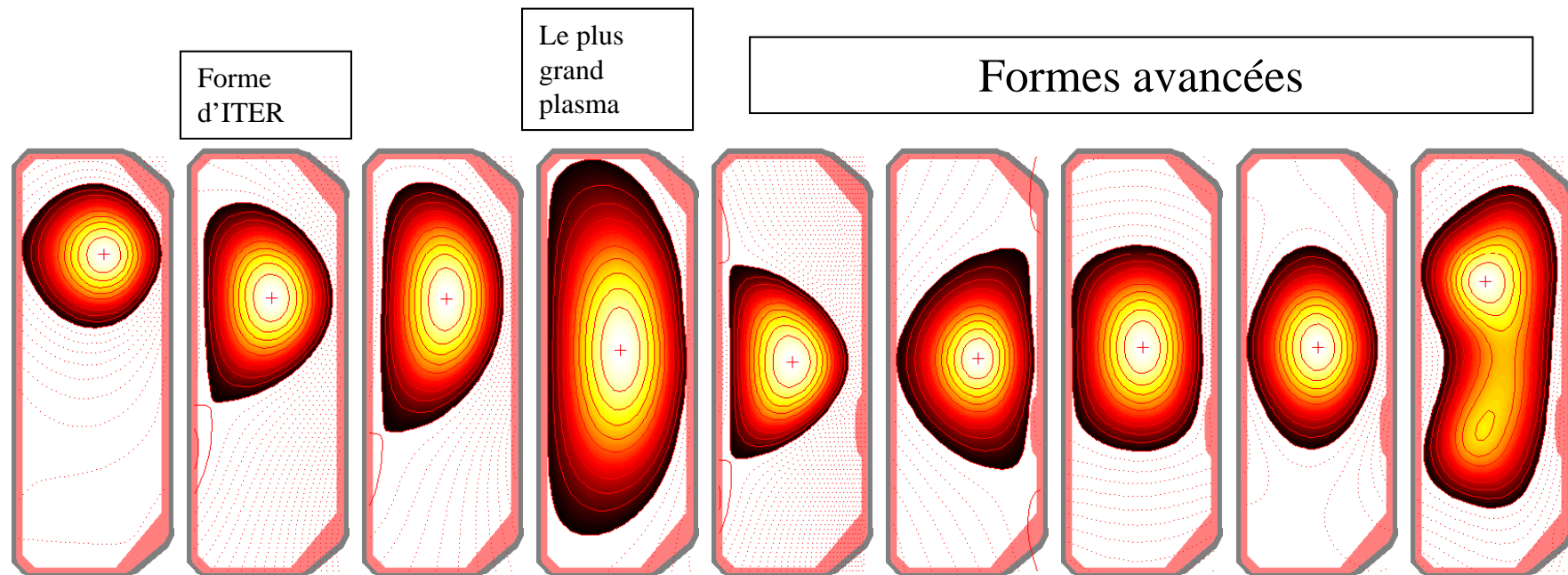
- But: Préparer la compréhension des phénomènes qui seront observés dans ITER et la physique pour DEMO
- Simulation de la turbulence dans ITER requiert des ordinateurs à haute performance comme Blue Gene de l'EPFL, le European Fusion High Performance Computer ( $> 100$  Teraflops), puis l'ordinateur Petaflops dans le cadre de « [l'Approche Elargie](#) ».



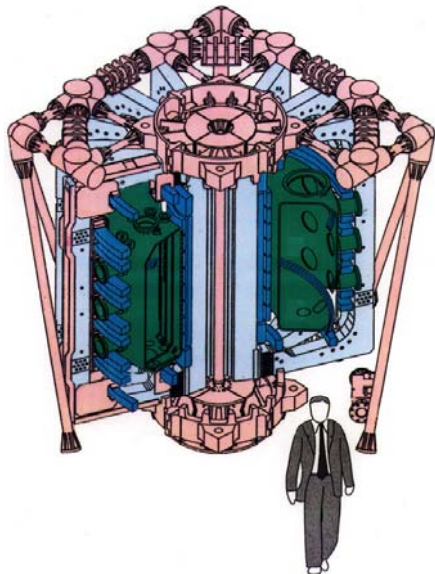
Simulation de l'étape non linéaire d'une instabilité dans un tokamak

# TCV

- Mission: Développement de la base physique pour les scénarios d'**ITER** et pour le design de **DEMO**



# TCV



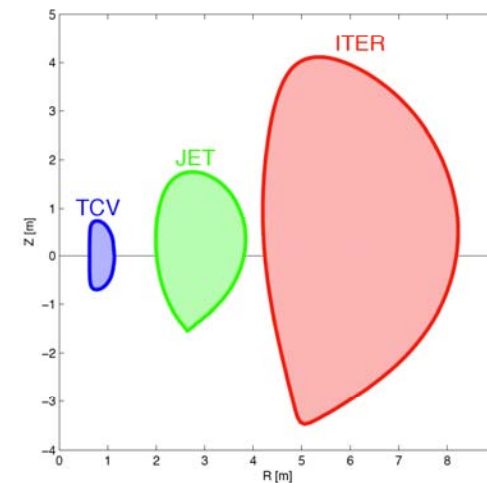
## TCV parameters:

$R_0=0.88\text{m}$ ,  $a<0.25\text{m}$ ,  $B_T<1.54\text{T}$

$-0.7<\delta<1$ ,  $1 \leq \kappa \leq 2.8$ ,  $I_p \leq 1\text{MA}$ ,

$0.5 \times 10^{19} < n_e < 2 \times 10^{20} \text{m}^{-3}$ ,  $T_e(0) < 18\text{keV}$

4.5 MW de chauffage à haute fréquence





## CRPP et Industrie

- Le CRPP participe à l'initiative du Secrétariat d'Etat Education et Recherche pour la promotion industrielle
- En particulier il fournit le support technique pour le Conseiller Industriel, M. Leidner
- Expérience de contrats industriels internationaux
- Il fait bénéficier le programme de promotion industrielle de ses contacts dans le monde de la fusion européenne et international:
  - Comités où la Suisse est représentée
  - Contacts directs avec tous les autres laboratoires européens
  - Contacts avec les laboratoires mondiaux





# Les Associations fusion europeennes

## Countries participating in the European Fusion Programme

- **Euratom - CEA (1958)**  
France
- **Euratom - ENEA (1960)**  
Italy (incl. Malta)
- **Euratom - IPP (1961)**  
Germany
- **Euratom - FOM (1962)**  
The Netherlands
- **Euratom - FZJ (1962)**  
Germany
- **Euratom - Belgian State (1969)**  
Belgium  
(incl. Luxembourg)
- **Euratom - RISØ (1973)**  
Denmark
- **Euratom - UKAEA (1973)**  
United Kingdom
- **Euratom - VR (1976)**  
Sweden
- **Euratom - Conf. Suisse (1979)**  
Switzerland
- **Euratom - FZK (1982)**  
Germany
- **Euratom - CIEMAT (1986)**  
Spain
- **Euratom - IST (1990)**  
Portugal

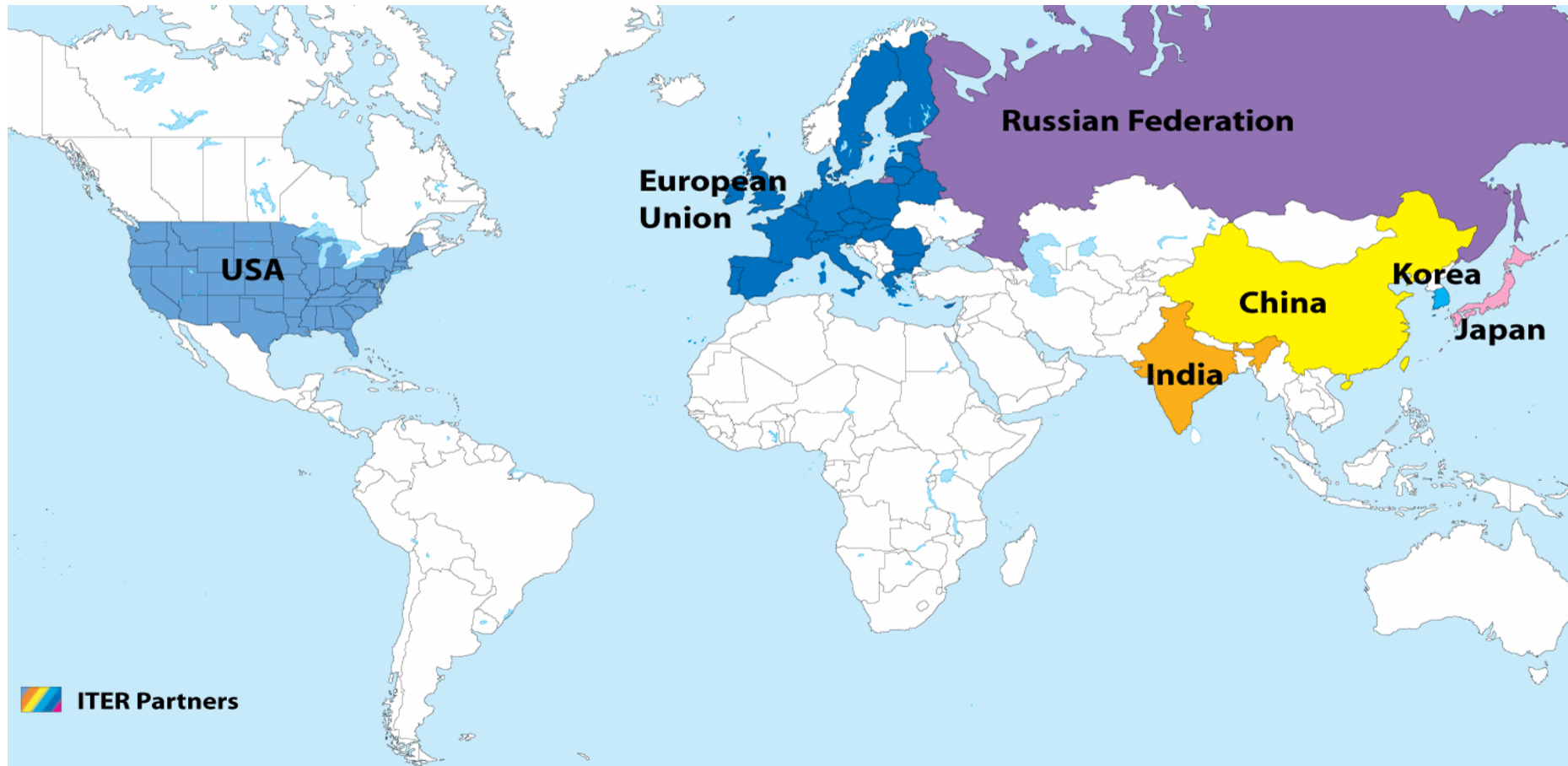
- **Member States**
- **Countries associated to the Euratom Framework Programme**
- **Laboratories of Euratom Fusion-Associations**



- **Euratom - TEKES (1995)**  
Finland (incl. Estonia)
- **Euratom - DCU (1996)**  
Ireland
- **Euratom - ÖAW (1996)**  
Austria
- **Eur - Hellenic Rep (1999)**  
Greece (incl. Cyprus)
- **Euratom - IPP.CR (1999)**  
Czech Rep.
- **Euratom - HAS (1999)**  
Hungary
- **Euratom - MEdC (1999)**  
Romania
- **Euratom - Univ. Latvia (2002)**  
Latvia
- **Euratom - IPPLM (2005)**  
Poland
- **Euratom - MHEST (2005)**  
Slovenia
- **Euratom - CU (2007)**  
Slovakia
- **Euratom - INRNE (2007)**  
Bulgaria
- **Euratom - LEI (2007)**  
Lithuania



# Les participants d'ITER





## Conclusion

- Le CRPP poursuit depuis plus d'une décennie une stratégie visant:
  1. Au développement de la haute technologie nécessaire à la construction de ITER et à la préparation de DEMO
  2. À l'avancement de la physique pour les scénarios sur ITER et pour la base physique de DEMO
- Il joue un rôle clé dans la formation des spécialistes de haut niveau nécessaire pour la fusion et pour l'industrie
- Par ses relations avec le monde de la fusion, il peut contribuer à la promotion industrielle suisse.