

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea



www.cea.fr

PRÉSENTATION DE L'IRFM ET DU PROJET WEST

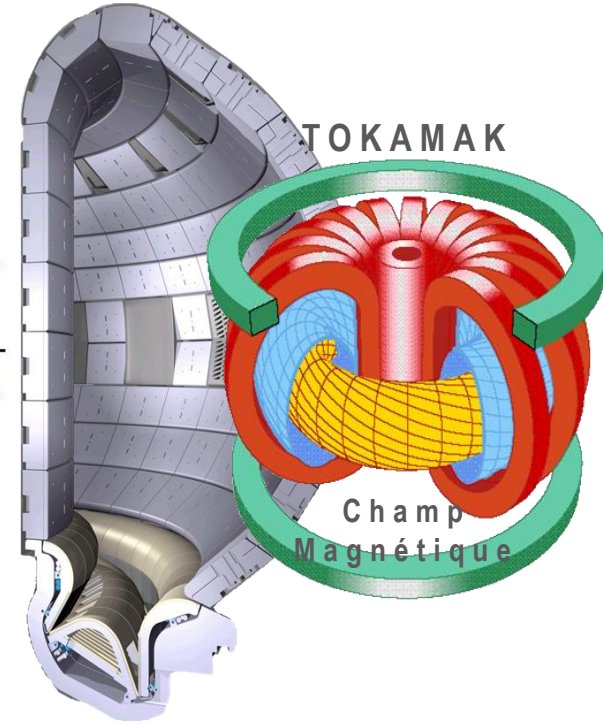
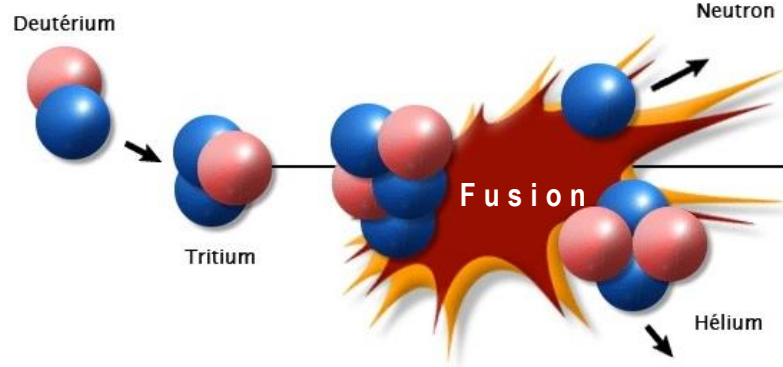
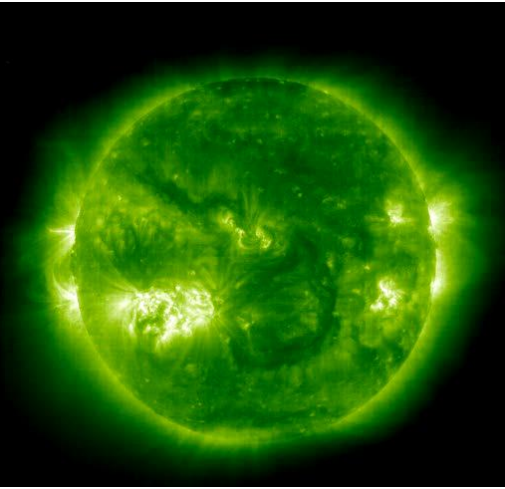


6^{ème} Rencontre CEA-INDUSTRIES / CEA IRFM / A. Becoulet
Alain.Becoulet@cea.fr

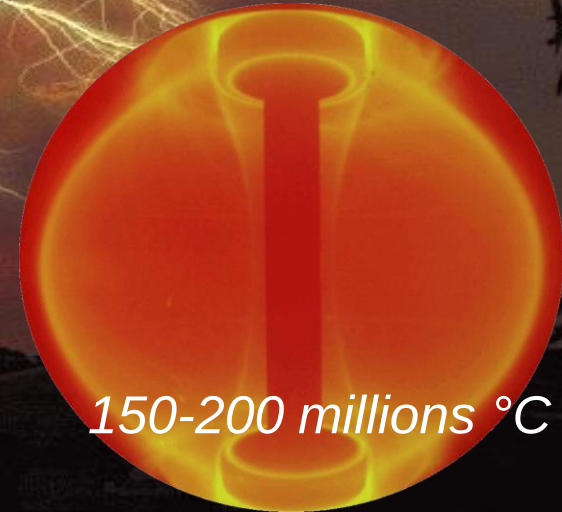
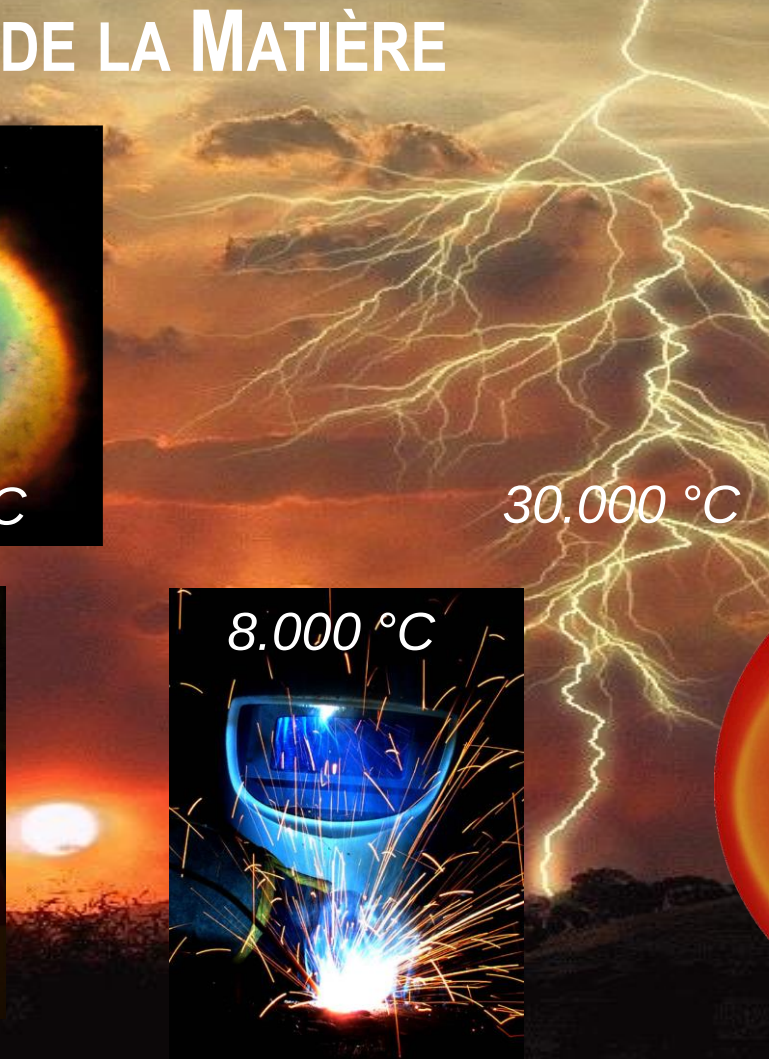
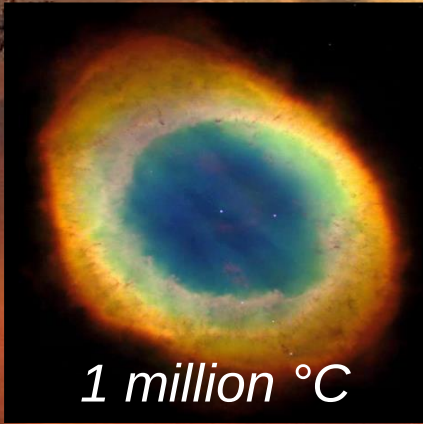
30 OCTOBRE 2014

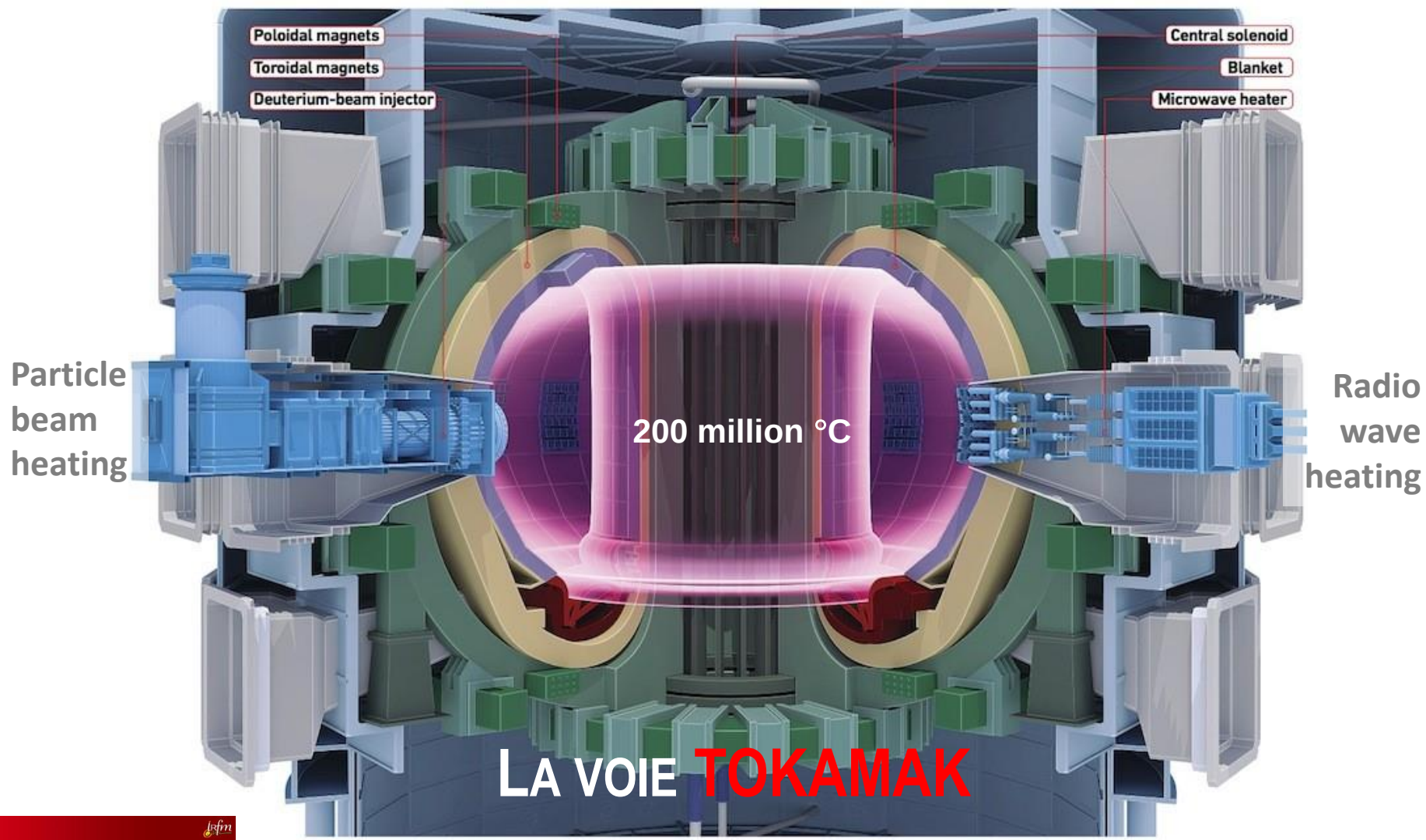
L'INSTITUT DE RECHERCHE SUR LA FUSION PAR CONFINEMENT MAGNÉTIQUE (IRFM) ET LE PROJET WEST.

LA FUSION PAR CONFINEMENT MAGNÉTIQUE



L'ÉTAT **PLASMA** DE LA MATIÈRE

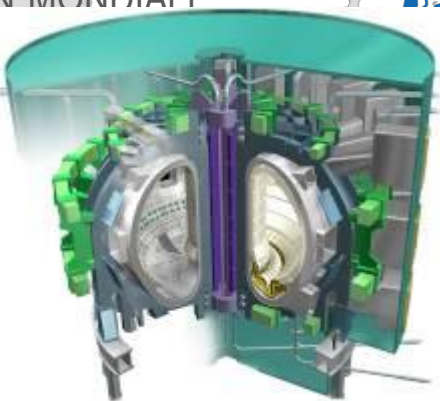




LE PROJET **ITER**

ITER EST LE PLUS GRAND PROJET INTERNATIONAL DE DÉVELOPPEMENT DE SOURCE D'ÉNERGIE.

50% DE LA POPULATION MONDIALE
80% DU PIB MONDIAL

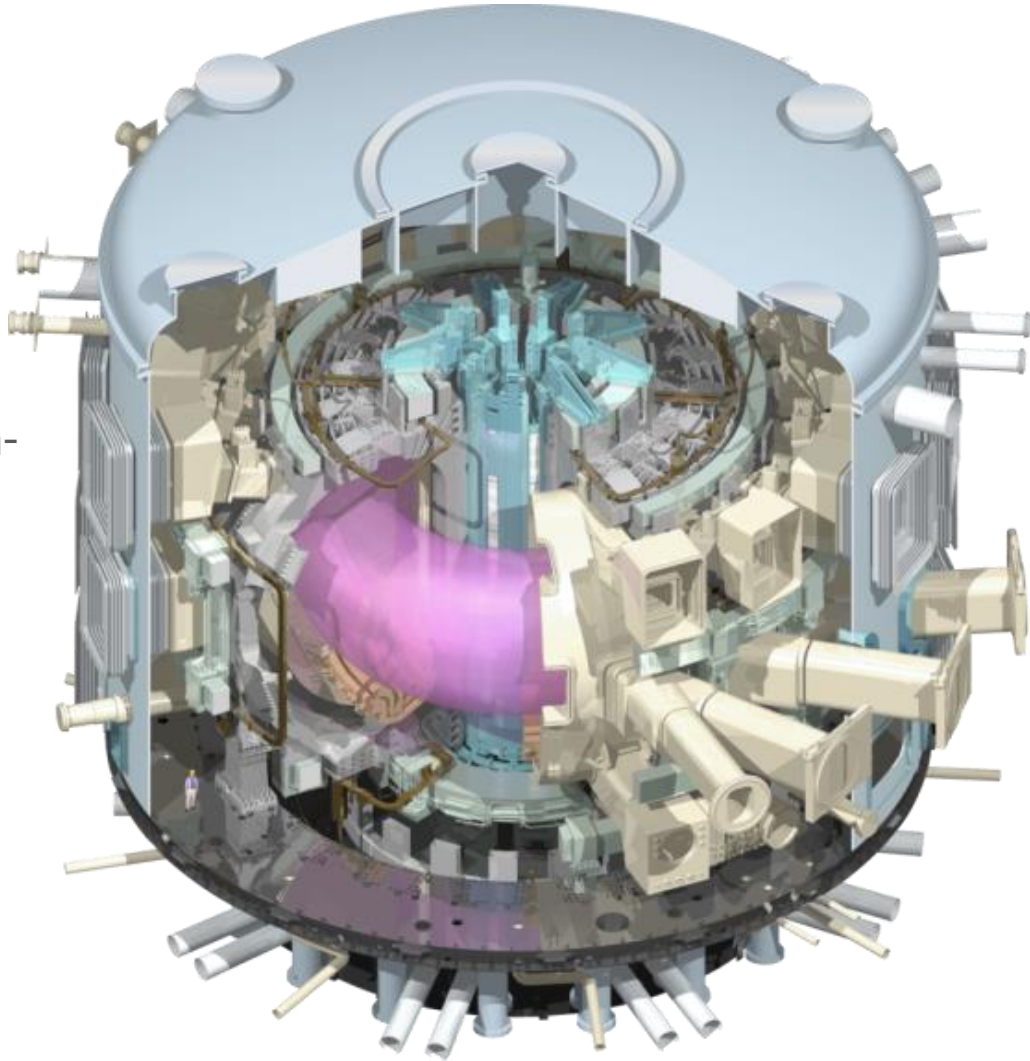


OBJECTIF: LA FAISABILITÉ SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
DE LA FUSION COMME SOURCE D'ÉNERGIE.

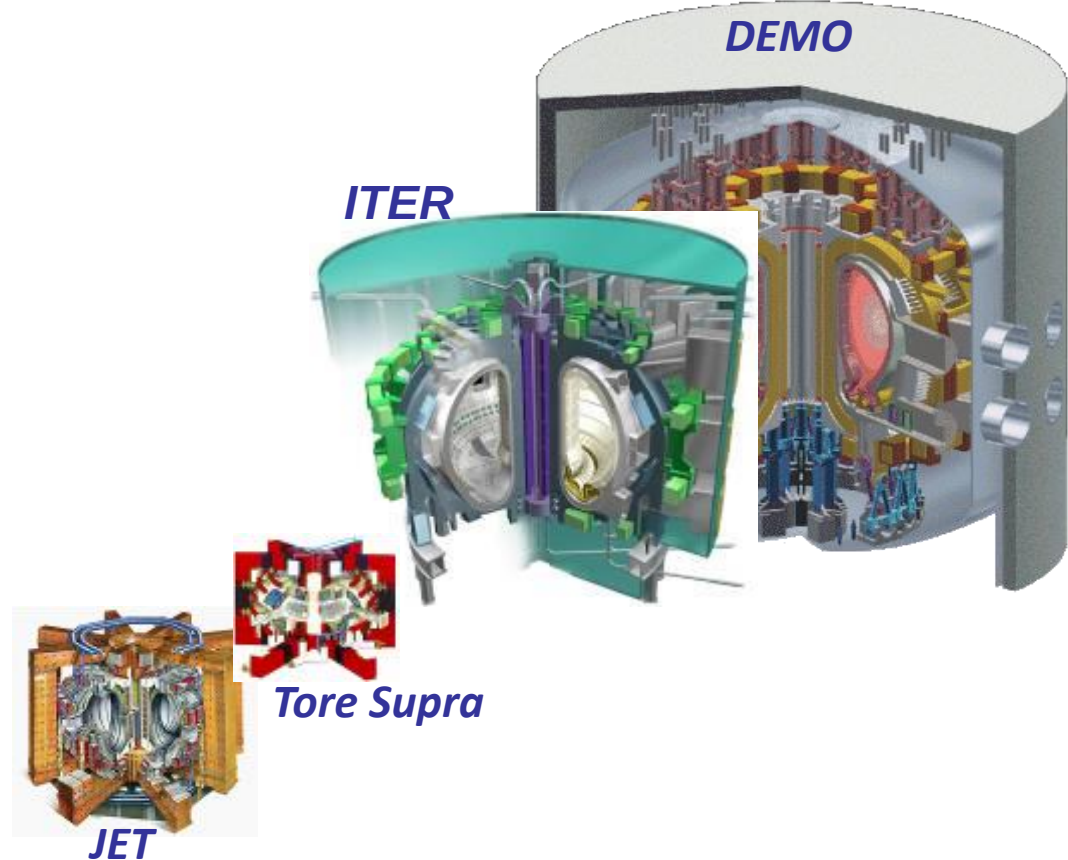
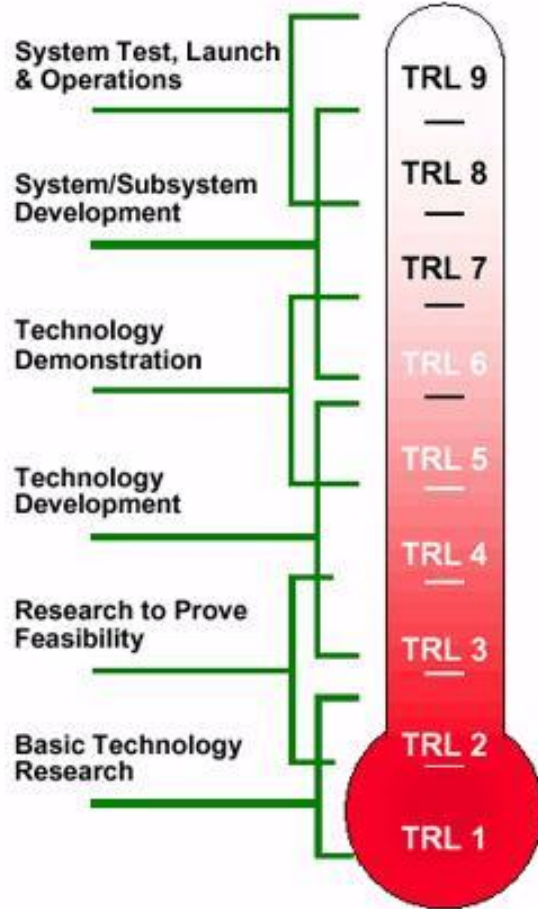
China EU India Japan Korea Russia USA

LA MISSION D'ITER

- Démontrer la **disponibilité** et l'**intégration** de la physique et des technologies, ainsi que des aspects de sûreté en vue du réacteur
- Générer **10 fois plus de puissance** qu'il n'en reçoit, dans un plasma de Deutérium-Tritium entretenu (800m³ de plasma, 500MW_{th}, durée 400-1000s)
- **Ouvrir la voie** vers l'étape suivante, d'un prototype industriel (DEMO), puis commercial, de réacteur (horizon 2050)
- Planning
 - Construction 2010-2020
 - Premier Plasma** ~2022
 - Operation DT** >2027



ITER: LE CHEMIN (CRITIQUE) VERS LA FUSION

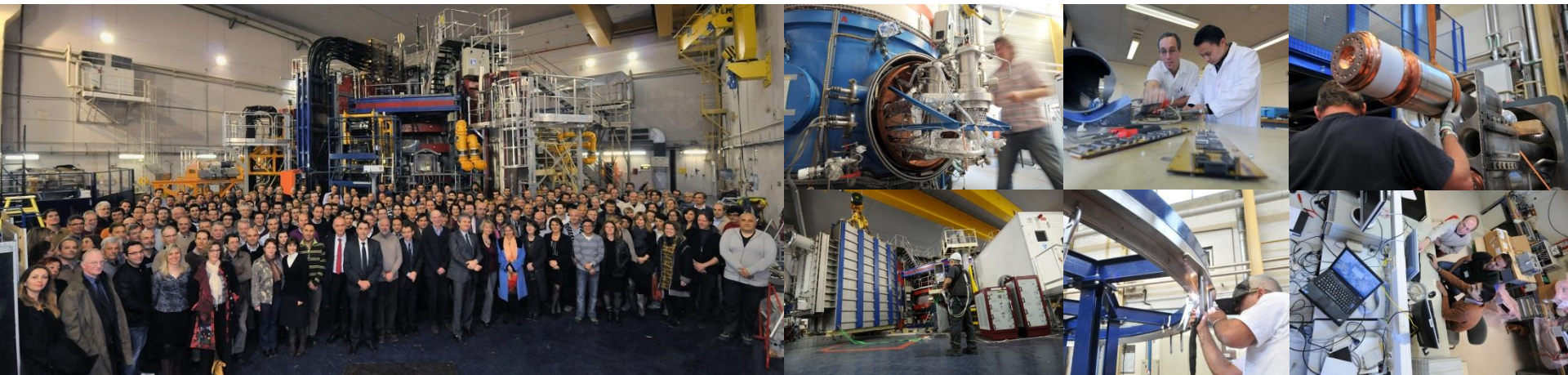




CADARACHE
SAINT PAUL LÈS DURANCE
FRANCE
43,69°N - 5,76°E



300 CHERCHEURS À L'**IRFM** DEPUIS PLUS DE 50ANS



1 CŒUR DE MÉTIER : **LA FUSION PAR CONFINEMENT MAGNÉTIQUE**

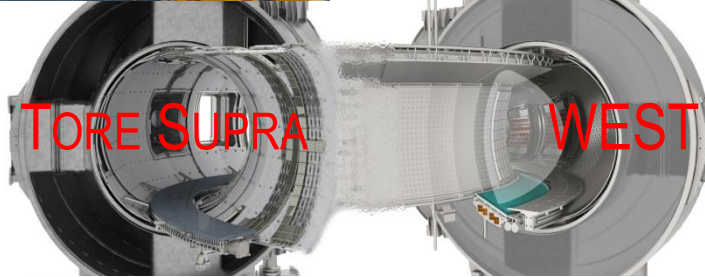
3 AXES DE RECHERCHE:

- CONTRIBUER À LA RÉALISATION DU PROJET **ITER** ET CEUX DE L'APPROCHE ELARGIE**
- PRÉPARER L'OPÉRATION SCIENTIFIQUE D'**ITER**, À TRAVERS DES ACTIVITÉS D'EXPÉRIMENTATION ET DE CONTRÔLE, DE THÉORIE ET DE MODÉLISATION**
- ÉTABLIR LES BASES DU FUTUR **RÉACTEUR** DE FUSION**

LES PLATEFORMES DE L'IRFM LE TOKAMAK TORE SUPRA

UN CHAMPION DU MONDE DE LA COURSE DE FOND:

- AIMANT SUPRACONDUCTEUR
- CHAUFFAGE ET GENERATION DE COURANT
- COMPOSANTS FACE AU PLASMA



LES PLATEFORMES DE L'IRFM

CRYOGÉNIE & SUPRACONDUCTEURS

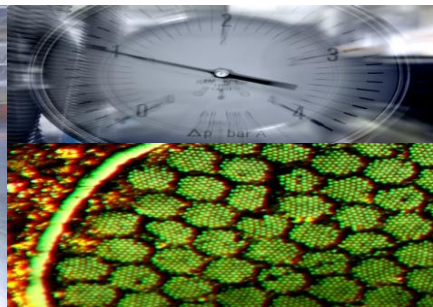
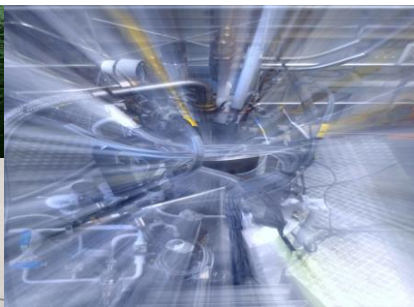
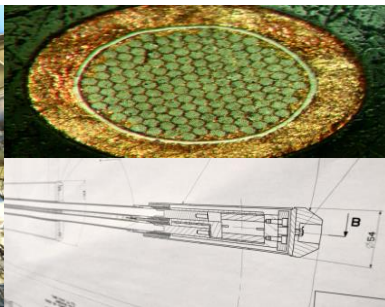
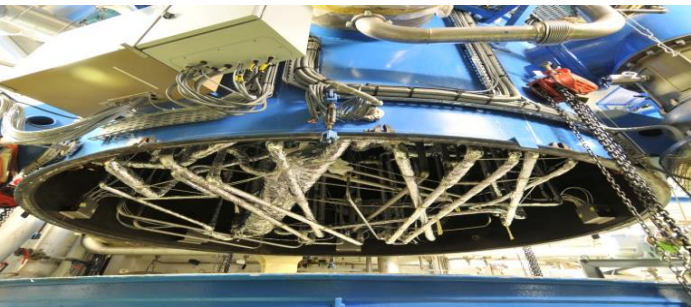
BANC TEST HAUT CHAMP MAGNÉTIQUE (-> 14T)

QUALIFICATIONS DE BRINS ET CABLES POUR ITER ET JT-60SA

TECHNIQUES DE DÉTECTION DE QUENCHS POUR ITER

FOURNITURE DE 9 BOBINES TOROÏDALES, 5 ALIMENTATION DE PUISSANCE ET USINE CRYOGÉNIQUE (INAC) DE JT-60SA. BANC TEST DES BOBINES TOROÏDALES (IRFU)

DIRECTION DU PROJET AIMANTS DE DEMO



L'IRFM & L'APPROCHE ÉLARGIE D'ITER JT-60SA

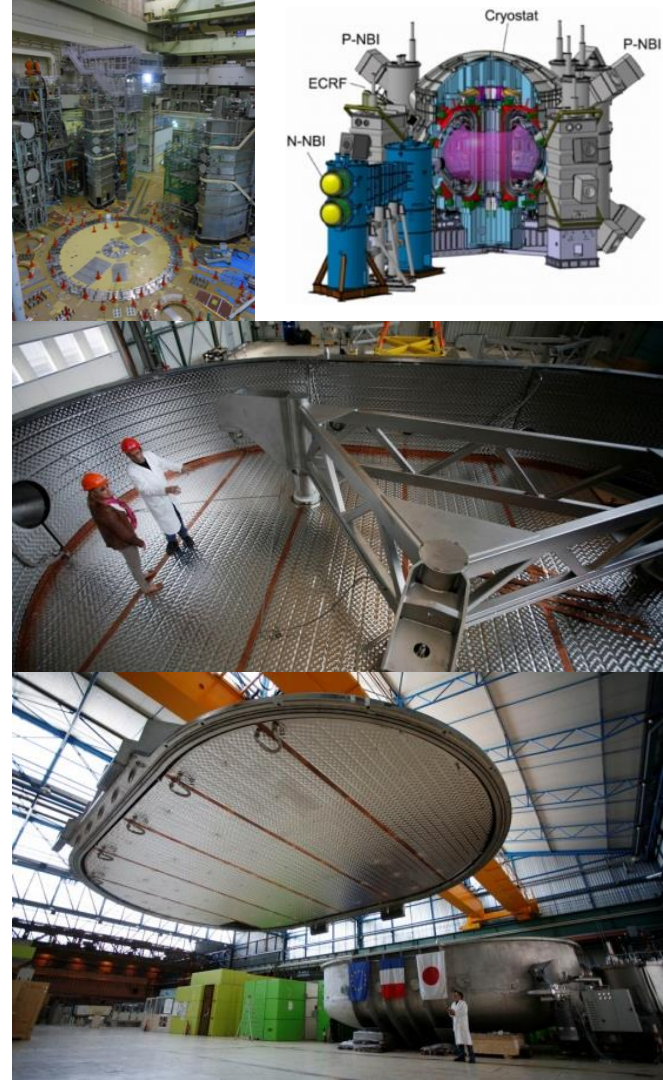


UNE EXPÉRIENCE DE FUSION EN **COMPLÉMENT À ITER**
IMPLIQUANT LE JAPON ET L'EUROPE

UN UPGRADE DU TOKAMAK JAPONAIS **JT-60U**

LA FRANCE FOURNIT LA MOITIÉ DES BOBINES TOROIDALES
SUPRACONDUCTRICES, TOUS LES SUPPORTS, LES
ALIMENTATIONS, L'USINE CRYOGENIQUE ET LE BANC TEST.

ELLE COORDONNE LA CONTRIBUTION EUROPÉENNE AU PLAN
DE RECHERCHE.



LES PLATEFORMES DE L'IRFM

COMPOSANTS FACE AU PLASMA – IMAGERIE VISIBLE ET INFRA-ROUGE

ESSAIS/QUALIFICATION DE COMPOSANTS (->20MW/m², continu)

POUR W-7X, MAQUETTES DE DIVERTOR D'ITER, COMPOSANTS DU DIVERTOR DE DEMO (TUNGSTÈNE ET/OU CFC)

LES COMPOSANTS SONT SOUMIS À UN FRONT CHAUD / FROID

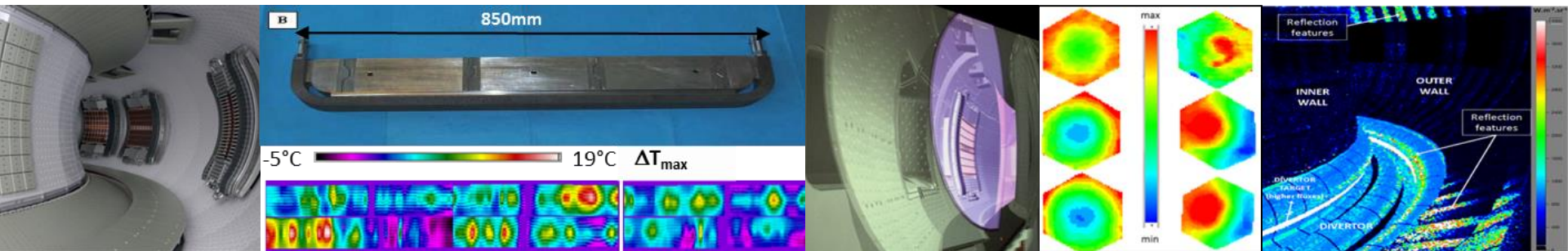
ET L'EFFET TRANSITOIRE SUR LA TEMPÉRATURE DE SURFACE EST COMPARÉE À UN ÉLÉMENT DE RÉFÉRENCE.

CONCEPTION, SIMULATION ET R&D

DES SYSTÈMES DE VISUALISATION INFRAROUGE/VISIBLE 3D GRAND ANGLE (TORE SUPRA, JET, ITER)

PROTECTION DES COMPOSANTS FACE AU PLASMA

PLASMA IMAGING DATA UNDERSTANDING PLATFORM (PINUP)

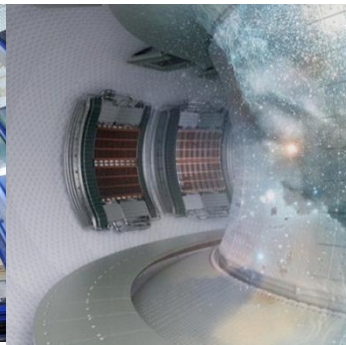
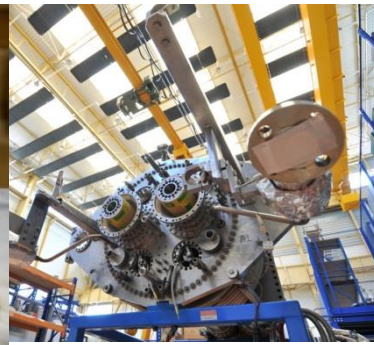
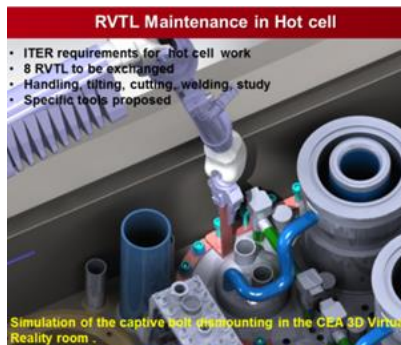


LES PLATEFORMES DE L'IRFM

CHAUFFAGE & GÉNÉRATION DE COURANT

CHAUFFAGE ION CYCLOTRON : BANC TEST ITER (250°C/44BAR/35-80MHz); DESIGN, FABRICATION ET TEST ÉCRAN DE FARADAY ANTENNE ITER; OUTILS DE MAINTENANCE À DISTANCE ANTENNE ITER; PHYSIQUE DU COUPLAGE ET SCENARIOS DE CHAUFFAGE

GENERATION DE COURANT PAR ONDE HYBRIDE : PHYSIQUE ET DESIGN DU SYSTÈME LHCD D'ITER, COORDINATION DE LA R&D MONDIALE; CO-OPÉRATION DES SYSTÈMES LHCD SUR TORE SUPRA, EAST, KSTAR, HL-2A, SST1, ...



LES PLATEFORMES DE L'IRFM

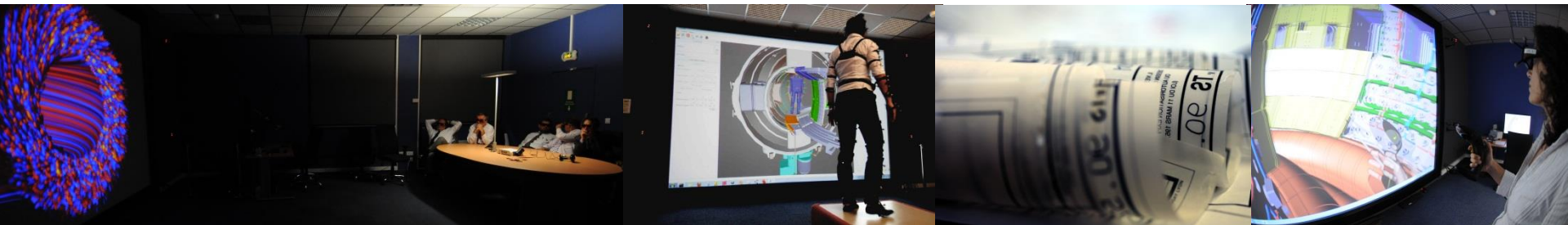
CONCEPTION, INGÉNIERIE & RÉALITÉ VIRTUELLE

ÉQUIPÉ DE MATÉRIELS ET LOGICIELS

POUR LE SUIVI OPÉRATEUR (MANNEQUIN VIRTUEL) ET UNE NAVIGATION INTUITIVE,
SIMULATIONS DE FONCTIONNEMENT DE LA MANIPULATION À DISTANCE

ECRAN DE 2,5 X 4M POUR UNE VISUALISATION DES COMPOSANT ITER À L'ÉCHELLE

REVUES DE CONCEPTION. NAVIGATION ET VALIDATION NUMÉRIQUE DES MAQUETTES.
SIMULATION ET VALIDATION DES SÉQUENCES DE MONTAGE. ÉTUDES D'ACCESSIBILITÉ.
SIMULATION DES OPÉRATIONS DE MANUTENTION À DISTANCE AVEC "HOMME DANS LA BOUCLE"

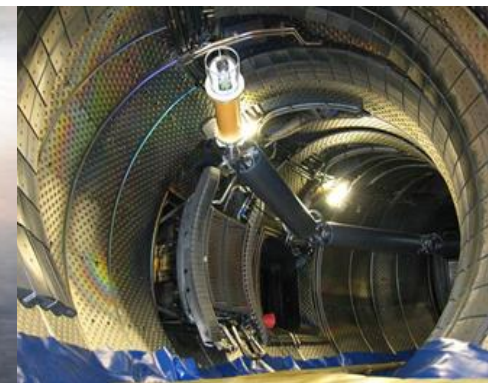
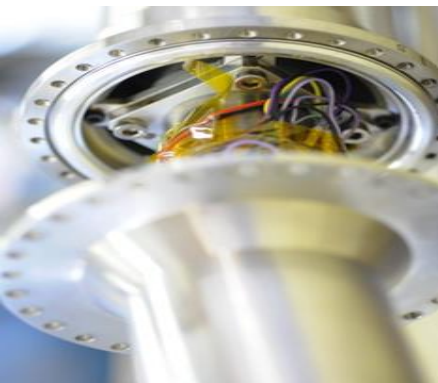


LES PLATEFORMES DE L'IRFM

ROBOTIQUE EN MILIEU FUSION

BANCS D'ESSAIS: DÉDIÉS À LA R&D DES ÉQUIPEMENTS ROBOTISÉS SOUS VIDE ET TEMPÉRATURE. QUALIFICATION DES COMPOSANTS ACTIVEMENT REFROIDIS ET PROTOTYPAGE DES ASSEMBLAGES

BRAS ARTICULÉ D'INSPECTION: DÉVELOPPÉ AU CEA (DRT/DSM), VALIDÉ SUR TORE SUPRA, UTILISÉ SUR WEST ET EAST



LES PLATEFORMES DE L'IRFM

UNE PLATEFORME COMPLÈTE DE SIMULATION

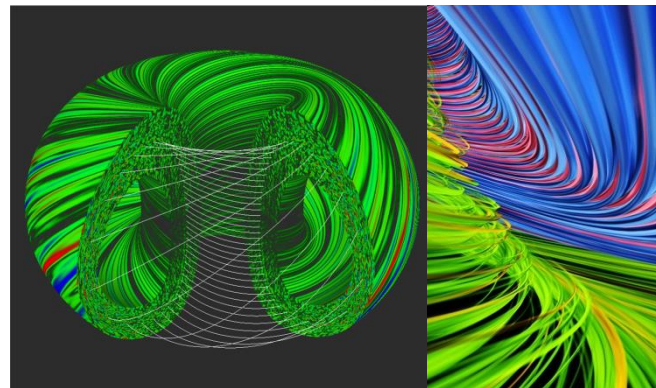
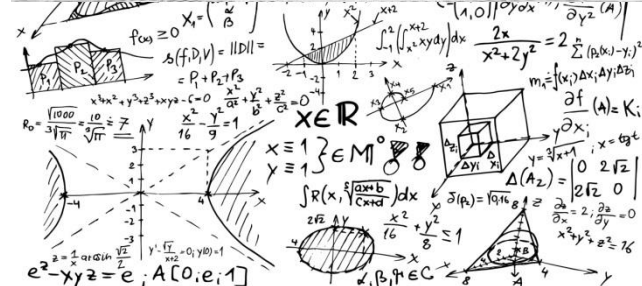
THÉORIE & SIMULATION CALCUL HAUTE-PERFORMANCE

MAGNÉTOHYDRODYNAMIQUE NON-LINÉAIRE

TURBULENCE PLASMA

INTERACTION ONDES-PARTICULES

SIMULATION INTÉGRÉE, SCÉNARIOS PLASMAS & DIMENSIONNEMENT RÉACTEUR



LES PLATEFORMES DE L'IRFM

W

(TUNGSTEN)

E

NVIRONNEMENT IN

S

TEADY-STATE

T

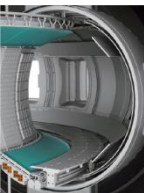
OKAMAK

TESTER ET VALIDER LES COMPOSANTS FACES AU PLASMA D'ITER

SE DIRIGER VERS LES PLASMAS DE LONGUE DURÉE EN MODE H

EXPLORER LES HAUTES FLUENCES DE PARTICULES DANS LES INTERACTIONS PLASMAS/PAROIS

PRÉPARER LES MODES D'EXPLOITATION DES TOKAMAKS DU FUTUR



B: Steady-State Thermal (ANSYS)

Temperature: core
Type: Temperature
Unit: °C
Time: 1
15/07/2010 17:10

1932.0 Max

1726.3

1551.9

1301.5

1112.1

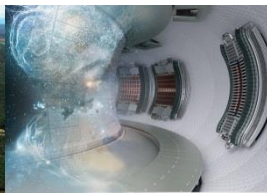
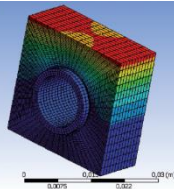
940.7

796.25

526.00

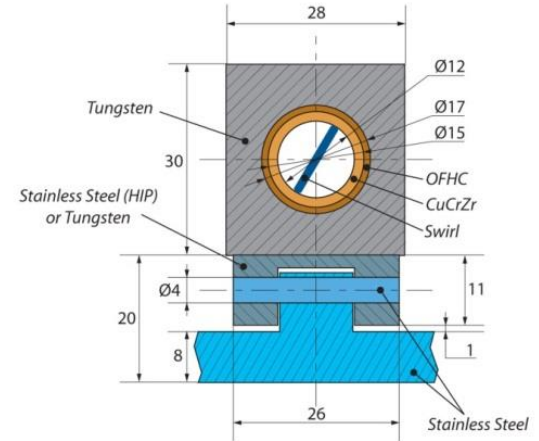
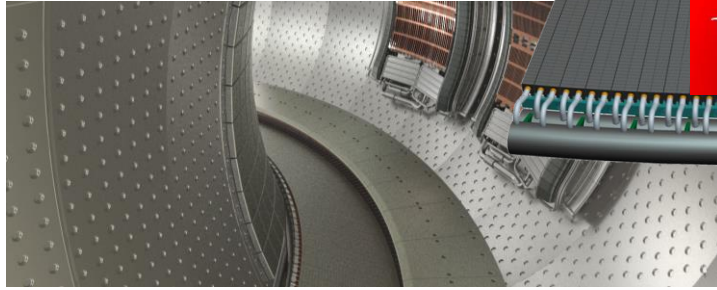
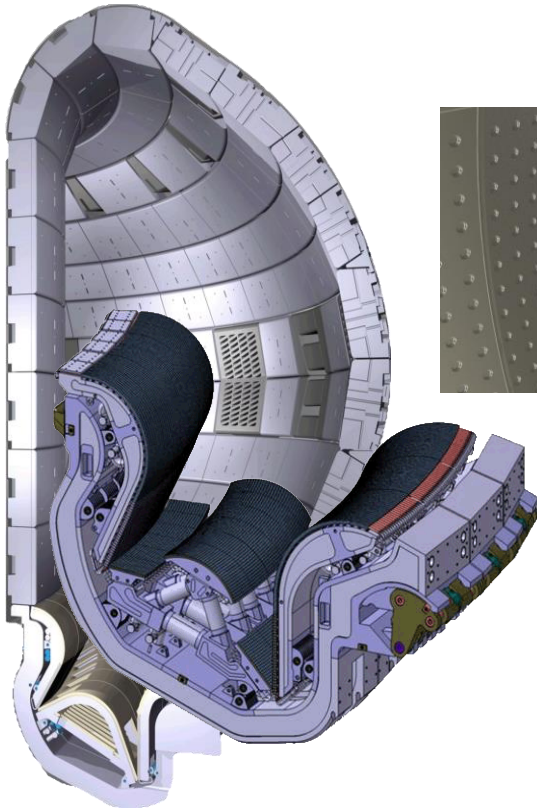
301.47

329.05 Min



LES PLATEFORMES DE L'IRFM

W (TUNGSTEN)
 E NVIRONMENT IN
 S TEADY-STATE
 T OKAMAK



LES PLATEFORMES DE L'IRFM

W

(TUNGSTEN)

E

NVIRONNEMENT IN

S

TEADY-STATE

T

OKAMAK

DE LA RECHERCHE À L'INDUSTRIE

cea

irfm

www.cea.fr

The WEST Project
*in support of the ITER
divertor strategy*

West

WEST: NOUS PRÉPARER À PLEINEMENT TIRER PARTI D'ITER

CEA, FEDER/CPER

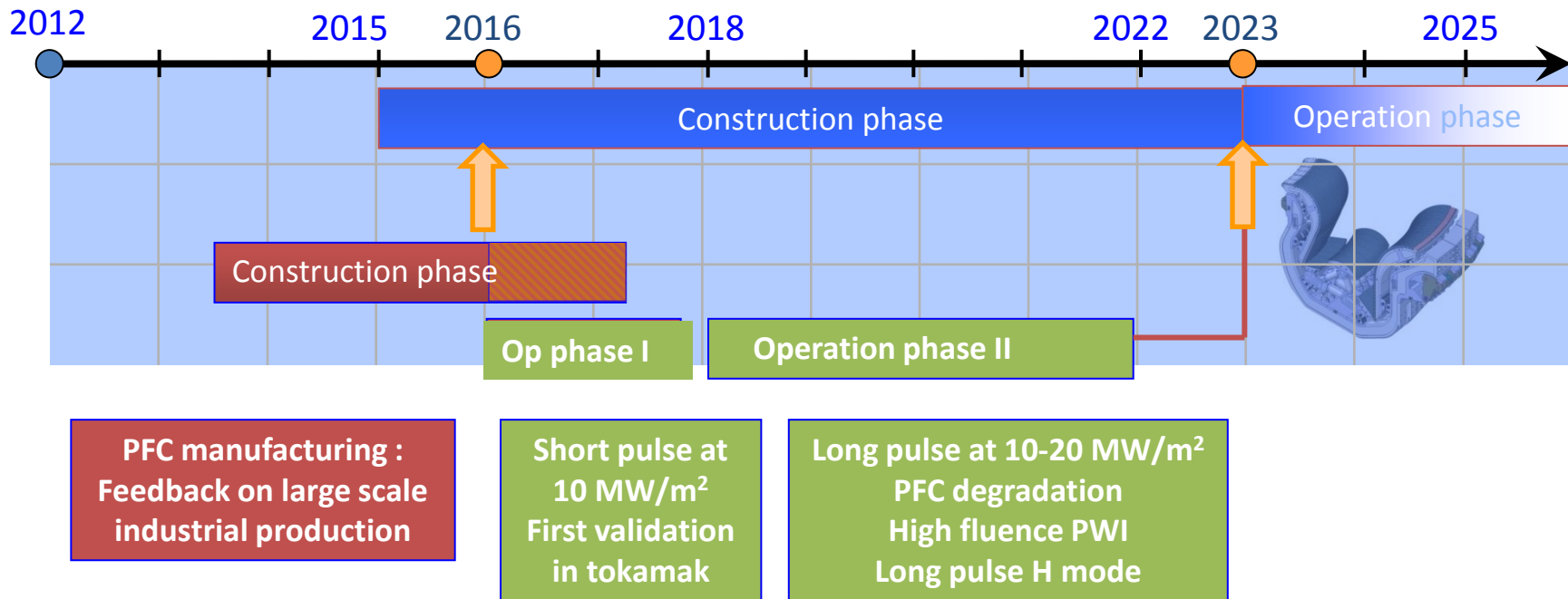
F4E, JADA

AMU, Chine, Inde, ...

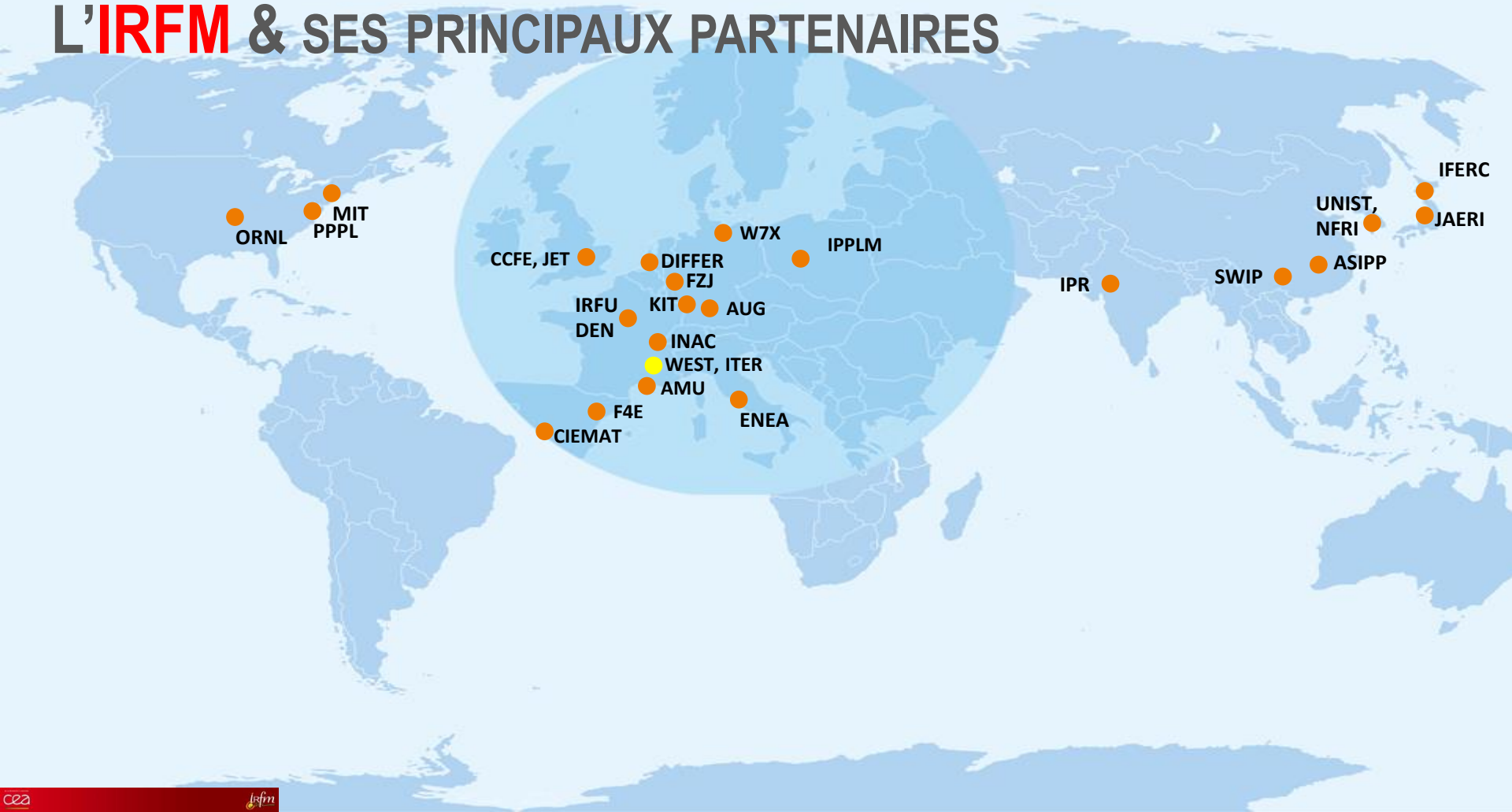
CEA, AMU, FR-FCM

IterOrg, EUROfusion

Japon, Chine, Inde, Corée, Liban, ...

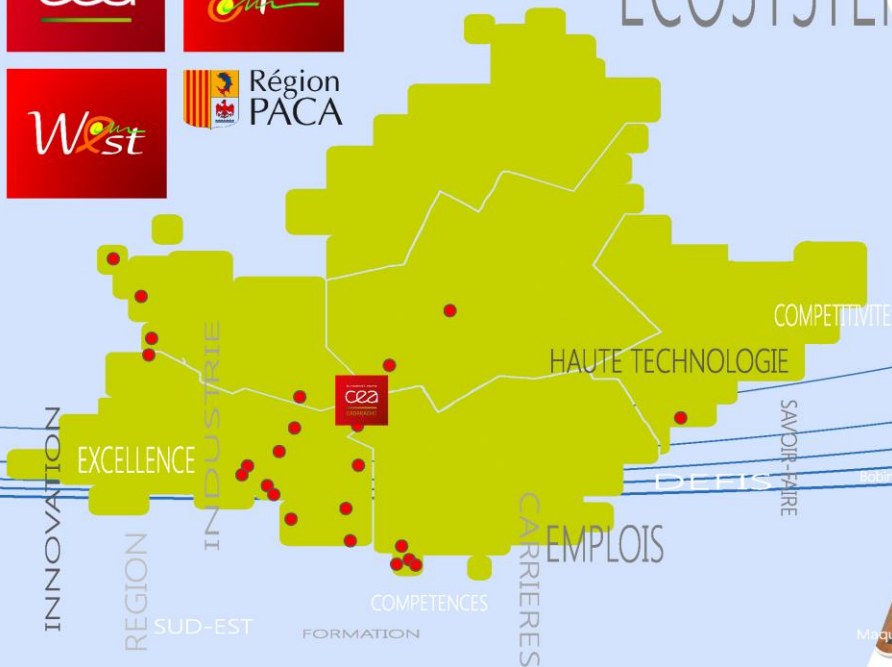


L'IRFM & SES PRINCIPAUX PARTENAIRES





ECOSYSTEME INDUSTRIEL FUSION-REGION PACA



Opération de soudure dans l'enceinte à vide

Construction Mécanique DIMEO 83

BERTIN TEHCNOLOGIE 13

TechnoPlus Industries 13

AVANTIS Concept 06

CIMAT-SARTEC 13

PMB Groupe ALCEN 13

Saint-Gobain CS 84

CNIM 83

GMP 13

IGP 84

SUMIX 84

USIMETAL 84

5AXES 13

SOLUTION F 13

SUDER 13

BIOTECHNI 83

CTE Nordtest 13

OPTIS 83

COMEX 83

SESO 13

ASTRIUM 13

ADF 13

ThermaDIAG* 13

* StartUp CEA/IRFM

ELECTRO-EROSION

COATING

NICKEL
BRASAGE INDOXY

SOUDURE PAR EXPLOSION

SOUDAGE FE

ULTRA-VIDE

TUNGSTENE

INFRA ROUGE

SUPRACONDUCTEURS

INGENIERIE

COMMANDE NUMERIQUE

INSTITUT DE RECHERCHE SUR LA FUSION PAR CONFINEMENT MAGNETIQUE

(UN INSTITUT DU COMMISSARIAT À L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES)



L'IRFM VOUS OUVRE SES PORTES

POUR EN SAVOIR PLUS SUR LA FUSION, N'HÉSITEZ PAS À VENIR VISITER NOS INSTALLATIONS
(VISITES ORGANISÉES PAR L'UNITÉ COMMUNICATION DE CADARACHE)





IRFM.CEA.FR



WEST.CEA.FR