



FUSION

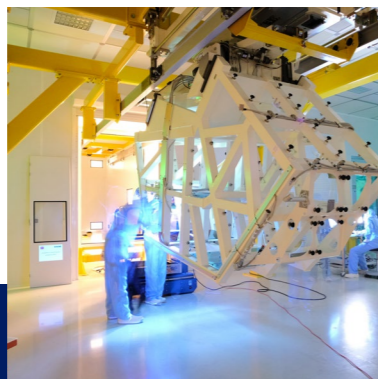
# EQUIPEMENTS & SYSTÈMES POUR LA FUSION

Confinements inertiel et magnétique:  
nos expertises au service d'une nouvelle énergie

**ENIM**  
Systèmes Industriels

# Des systèmes et équipements de grande dimension pour produire de l'énergie.

Depuis près de 30 ans, CNIM Systèmes Industriels met ses savoir-faire au service de la Fusion par confinement inertiel ou magnétique.



CHIFFRES CLÉS 2022  
CNIM SYSTÈMES INDUSTRIELS

**400**  
COLLABORATEURS

DONT  
**100**  
INGÉNIEURS ET  
TECHNICIENS

**74 millions**  
CHIFFRE D'AFFAIRES

**ISO 9001**  
**ISO 19443**

**30 ans**  
DANS LA FUSION

**46 000 m<sup>2</sup>** D'ATELIERS

**2 700 m<sup>2</sup>**  
DE SALLES BLANCHES

## Respect des exigences de sûreté

CNIM Systèmes Industriels (CSI) fabrique des équipements et systèmes classés avec des enjeux majeurs de sûreté nucléaire. Nous sommes conscients des enjeux. Nous garantissons notamment le maintien du confinement, la réduction de l'exposition des opérateurs, la tenue au séisme et une très haute fiabilité avec un fonctionnement en mode dégradé.

## Qualité: process & culture

L'alliance d'un fort process qualité interne (ISO 19443 en cours d'obtention pour novembre 2022), d'une culture de la sûreté nucléaire et de 30 ans d'expérience dans la Fusion fait de CSI un partenaire fiable.

## Codes et standards

Nos produits répondent aux normes les plus exigeantes, nucléaires ou autres (RCCM, ESPN, CODAP, ASME...), et satisfont les exigences des autorités de sûreté nucléaire.

## Nos savoir-faire historiques

### 1. Industrialisation, fabrication et contrôles de composants mécaniques de grande dimension (de 2 à 20m).

#### ▲ USINAGE GRANDE DIMENSION

Tournage, alésage, fraisage très grande dimension, fraisage grande vitesse.  
Acier inox, aluminium, AG3NET, métaux nobles...

#### ▲ MÉTROLOGIE

Garantir des tolérances de fabrication très exigeantes: quelques µm sur des pièces de plusieurs mètres. Exactitude: conformité ISO 10360-2-5 E0/E150.

#### ▲ PROCÉDÉS INNOVANTS

HIP, soudage par diffusion, fluotournage... : développer en permanence pour rester à la pointe.

#### ▲ SOUDAGE & CND

Nos équipes sont qualifiées jusqu'au COFREND 3, le plus haut niveau. Le soudage par faisceau d'électrons est l'une de nos spécialités.

#### ▲ EXPERTISE MATÉRIAUX

Polyuréthane Composite : bobinage de pultrudé, usinage à sec, imprégnation, enroulement filamentaire...



### 2. Etude & réalisation de systèmes complexes en environnement hostile.

Une centaine d'ingénieurs et techniciens dans notre bureau d'études pour concevoir et industrialiser vos produits.

- / Calcul, modélisation, simulation
- / Conception & intégration mécanique, I&C, hydraulique
- / Gestion de la propreté
- / Radioprotection, démarche ALARA
- / Gestion Supply Chain.

### 3. Intégration en salle blanche

Deux salles blanches, pour nettoyer, assembler, tester et qualifier des pièces exigeant un très haut niveau de propreté. Elles sont équipées de machines à laver grande dimension, intégrées à l'installation.

- / 2700m<sup>2</sup> de salles en classe de propreté ISO 5 à ISO 8.



Salle blanche et grise de 2700 m<sup>2</sup>

## RÉPONDRE AUX EXIGENCES DE QUALITÉ DE NOS CLIENTS

CNIM Systèmes Industriels à travers près de 30 ans d'expérience dans le domaine de la Fusion (Laser Mégajoule, West, ITER) et 50 ans au service du nucléaire français et de la force de Dissuasion, apporte des savoir-faire pointus et de la rigueur au plus haut niveau,

Présent sur l'ensemble de la chaîne de fabrication, depuis la conception jusqu'à la qualification et l'installation sur site, CSI intègre verticalement vos projets et facilite la gestion de ses clients.

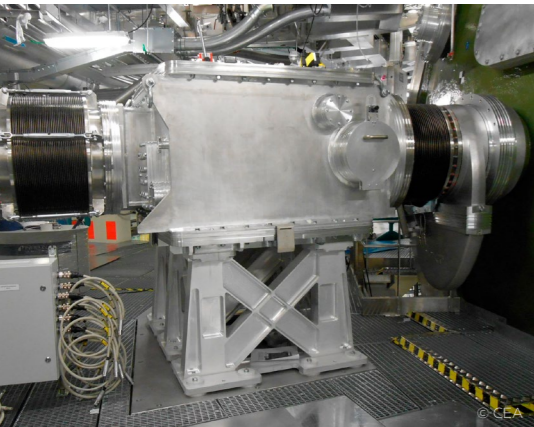
- / Intégration verticale
- / Culture de la sûreté nucléaire
- / Codes et standards de fabrication

Dédiés à la grande dimension, nos moyens de fabrication et nos moyens de métrologie sont en parfaite adéquation pour assurer la qualité des pièces sortants de nos ateliers.

## Confinement inertiel:

notre offre, nos références

Présent dès le début du projet du Laser Mégajoule en tant que maître d'oeuvre et fabricant, CNIM Systèmes Industriels bénéficie d'une forte expérience des environnements propres.



Ligne de transport sous vide (livré clé-en-main) pour le laser très haute énergie PETAL.

### ▲ SYSTÈMES DE MANUTENTION TÉLÉOPÉRÉS

Manutention de charge lourde à distance, nos systèmes s'adaptent aux exigences hors-normes de performance.

### ▲ STRUCTURES MÉCANOSOUDEES ULTRA STABLES

Démarche ALARA, propreté, compatibilité électromagnétique, assemblage en salle blanche... Comme l'ensemble de nos produits, nos structures dédiées munies de composants optiques sont fiables et sûres.

### Propreté, précision et performance

Nos équipes savent concevoir et fabriquer des équipements mécaniques et optiques de haute précision opérant en environnement ultra propre.

Pour répondre aux enjeux de propreté des lasers de puissance et garantir l'atteinte des performances, nous qualifions nos produits sur des bancs de test faits sur-mesure à l'échelle 1.

### ▲ ÉQUIPEMENTS DE PROCÉDÉS

Intégrant les contraintes des optiques et capteurs supportés, de l'environnement ultra-propre et de la précision requise, nos équipements de procédés assurent le bon déroulement des expériences scientifiques.

### ▲ ENCEINTES À VIDE

Conçues pour des environnements ultra propres, dans des conditions de vide poussé, nos enceintes à vide peuvent notamment abriter des systèmes optiques et opto-mécaniques.



### LMJ: VÉHICULE TÉLÉ OPÉRÉ DU SYSTÈME D'INTERVENTION

- / Soutien aux opérations et à la maintenance des équipements du Hall d'Expérience LMJ
- / Capacité de chargement: 7 tonnes
- / Téléopéré.



Systèmes d'insertion des diagnostics : outillages pour insertion au sein du LMJ de différents types de diagnostics du plasma. Contrôlés à distance, les SID fonctionnent sous vide interne



Système de manutention des systèmes de conversion de fréquence et de focalisation (SCF) du LMJ permettant le positionnement des miroirs à quelques  $\mu\text{m}$  près, compatible ISO7, chargement de plusieurs tonnes.

### PCNC Porte Cible Non Cryogénique

14,5 m déployé

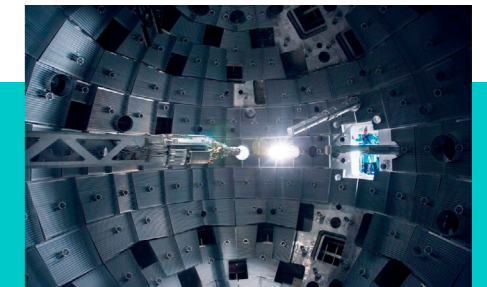
8,5 M RÉTRACTÉ  
1 M DE DIAMÈTRE



4 tonnes

3 $\mu\text{m}$  de précision

POSITIONNEMENT DE LA CIBLE DU LMJ



© Baptiste Giroudon\_CEA

## Confinement magnétique: notre offre, nos références

A travers notre forte expérience sur ITER, avec plus de 20 contrats réalisés ou en cours, les équipes de CNIM Systèmes Industriels sont en mesure de répondre aux enjeux d'autres tokamaks.



Manutention de la base du cryostat, la pièce la plus lourde d'ITER avec ses 1250 tonnes.

### ▲ SYSTÈMES DE MANUTENTION TÉLÉOPÉRÉS

Déplacer des composants de plusieurs tonnes au millimètre près, en toute sécurité et avec des cinématiques complexes: nos systèmes sont adaptés au montage des tokamaks.

### ▲ AIMANTS SUPRACONDUCTEURS ET COMPOSANTS MÉCANIQUES DE BOBINE

Grâce à notre maîtrise des matériaux (métaux & composite) et à la qualification de procédés spéciaux de fabrication, CSI sait fabriquer des aimants supraconducteurs et leurs structures.

### ▲ DIVERTORS

Hautement résistants et fiables, jouant un rôle clé dans les opérations, nos divertors font l'objet de procédés spéciaux de fabrication pour répondre aux contraintes de flux neutroniques et de température extrêmes.

### ▲ COMPOSANTS CRITIQUES POUR ENCEINTES À VIDE

De grande dimension, en alliages hautement résistants, nos composants répondent aux enjeux de fiabilité. et aux codes et standards nucléaires (RCC-MR.) Ils sont fabriqués en environnement propre pour garantir leur fonctionnement

### Montage, fonctionnement et maintenance

Notre expertise et nos produits dans la Fusion par confinement magnétique couvrent aussi bien les phases de montage du tokamak avec des systèmes de manutention lourde de composants, la fabrication de composants du tokamak, et les phases de fonctionnement et de manutention de celui-ci. Nos équipes ont la culture de sûreté nucléaire et l'ensemble de nos produits répond aux exigences les plus strictes.



### IN-VESEL TOWER CRANE (IVTC)

/ Moyen de manutention utilisé pour le montage initial des composants internes de l'enceinte ITER

- / Espace de travail confiné
- / Précision millimétrique atteinte



Fabrication série de 35 structures de bobine de champ toroidal d'ITER. Soudage par faisceau d'électron sous vide local.



Prototype du divertor cassette body du tokamak ITER  
3,3x2,5x0,8m - 316LN & XM-19

### Pre-compression Rings (série de 10)

Anneaux en composite, fibre de verre epoxy

### Pour le coeur d'ITER

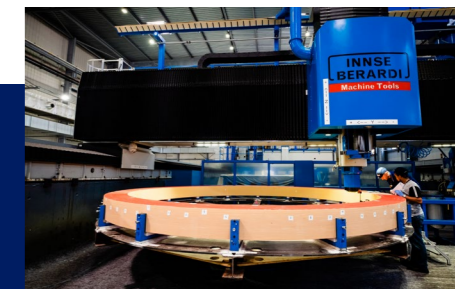
5 m de diamètre

BOBINAGE ET COLLAGE DE PULTRUDÉ,  
UN PROCÉDÉ UNIQUE AU MONDE

3,4 tonnes

Supporte 24 tonnes  
d'effort radial

LONGUE DURÉE DE VIE,  
OPÉRATION À 4 KELVIN



Usinage à sec et contrôles dimensionnels

Envie de travailler avec nous ?  
Contactez-nous !  
[contact-systemes-industriels@cnim.com](mailto:contact-systemes-industriels@cnim.com)



# ENIM

---

## Systèmes Industriels

Zone Portuaire de Brégaillon  
CS 60208  
83507 La Seyne-sur-Mer, France Cedex  
<https://cnim-systemes-industriels.com>

Une société du Groupe REEL

