



# Exigences et démarche d'ultra propreté sur l'installation Laser Megajoule

**Mathilde Pfiffer** – Responsable fonction transverse Ultra propreté

**Maëlys Hebert** – Référente opérationnelle Ultra Propreté

*Pour le CEA CESTA au Barp (33)*



# Sommaire

---

## **1. L'installation LMJ et les exigences de propreté**

Présentation du Laser Megajoule

Endommagement laser

Spécifications d'ultra propreté

## **2. Etat des lieux et points critiques**

## **3. Stratégie de maitrise de la propreté**

Engagement des intervenants

Suivi opérationnel et application des bonnes pratiques

Solutions correctives et palliatives

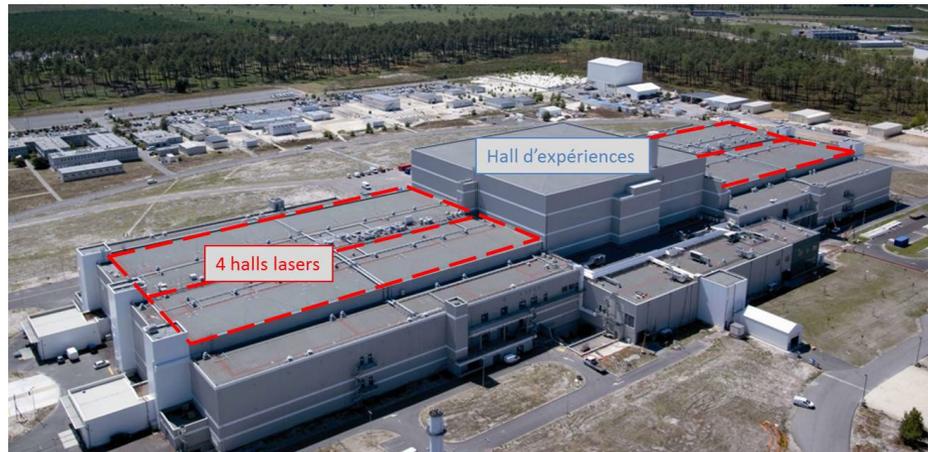
## **4. Conclusion**

# Le LMJ et les exigences de propreté

# Le Laser Mégajoule (LMJ)



**Objectif** : garantir la fiabilité et la sûreté des nouvelles têtes nucléaires sans nouveaux essais

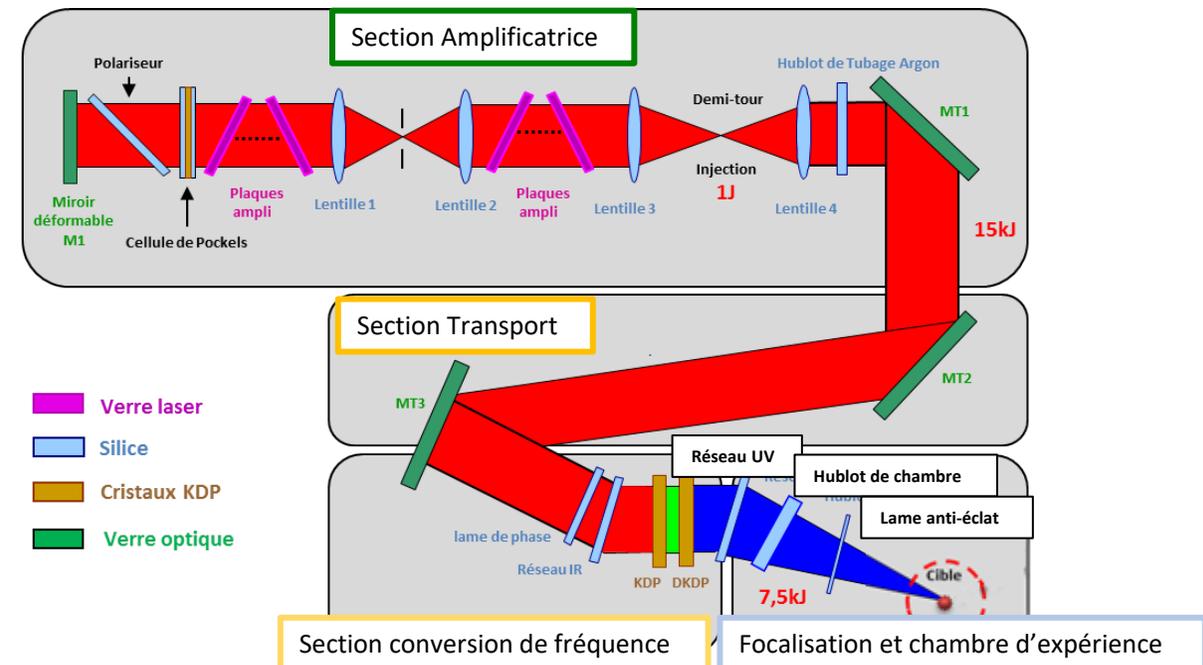
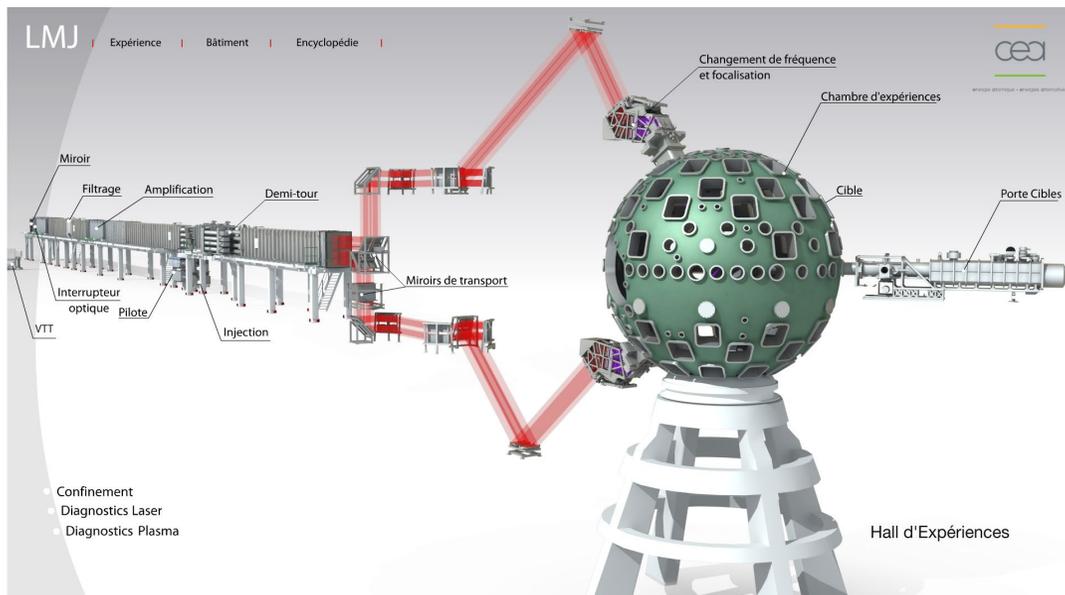


**Rôle** : Réaliser des expériences de physiques dans des conditions de température et de pression extrêmes

**Focaliser des faisceaux laser sur une cible pour y concentrer leurs énergies**

# Architecture laser et particularités bâtiment

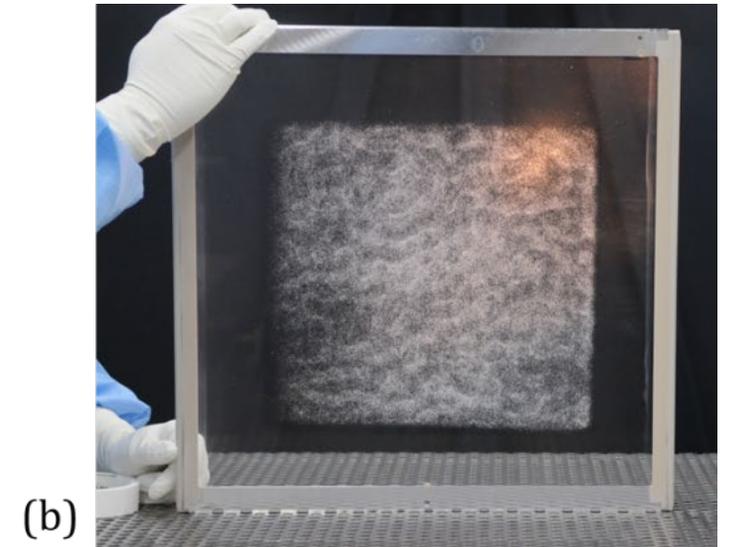
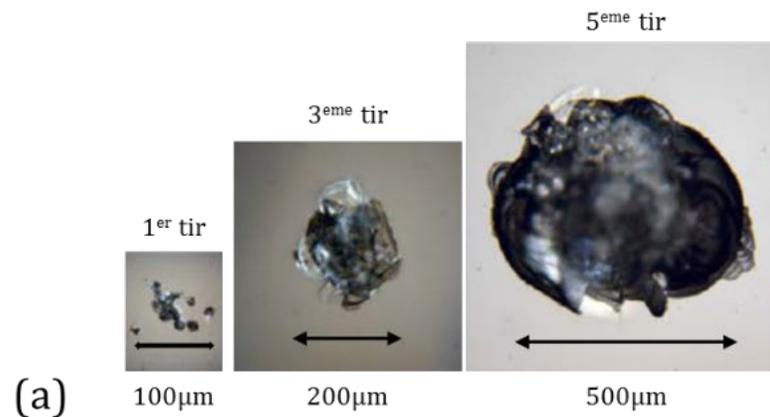
- Division de l'installation en 4 sous systèmes : Laser, Expériences, Contrôle commande et Bâtiments/servitudes
- Sous système laser divisé en sous ensembles optiques : Ampli, Transport, Conversion de fréquence, Nez de Chambre
- 176 faisceaux, près de **4000 composants optiques** de grande taille (40 x 40 cm<sup>2</sup>)
- Bâtiment à **étages avec sol ajouré** (caillebotis) pour répartition des faisceaux et gestion de la ventilation nucléaire



# Endommagement laser et ultra propreté

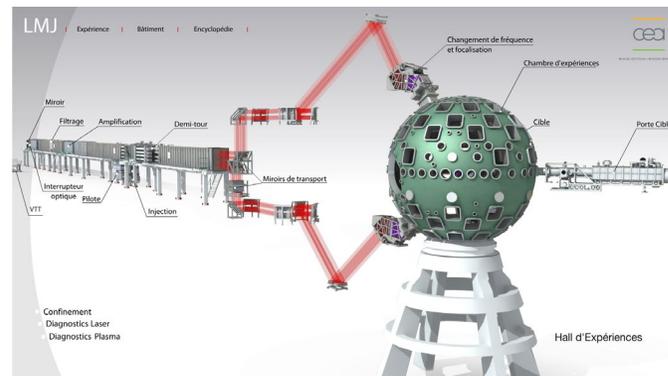
- Interaction laser/matière qui induit une dégradation irréversible de la surface du composant
- Interaction favorisée par des précurseurs d'endommagement, dont la pollution particulaire.
- De plus, la pollution moléculaire induit une baisse de transmission

**Les exigences d'ultra propreté sont définies pour garantir la durée de vie et les performances des composants optiques**



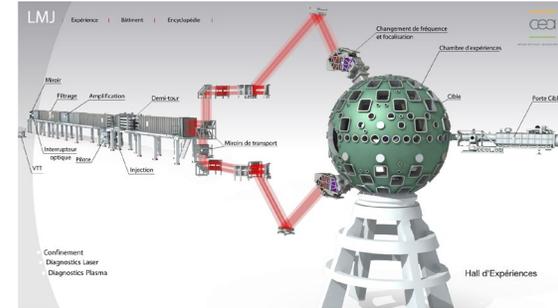
# Spécifications d'ultra propreté sur le LMJ

	Particulaire	Moléculaire
Volumique	<b>Norme ISO 14644-1</b> ISO 5 : les sections tubées ISO 7 : la fin de chaîne laser ISO 8 et 9 : locaux adjacents	<b>Standard ASTM E595 + protocole spécifique</b> TML < 1 % + CVCM < 0,1 % Max 10 ng/g dégazé à 30°C (48h) et 100 ng/g à 50°C (3*1h30) pour les phtalates, siloxanes, et TXIB
Surfacique	<b>Recommandation IEST-STD-CC1246D</b> Level 50 : composant du sous ensemble ampli Max 60 > 5 µm / 0,1m <sup>2</sup> et 0 > 10 µm Level 100 : composant de fin de chaîne Max 10 > 50 µm / 0,1m <sup>2</sup> et 0 > 100 µm	

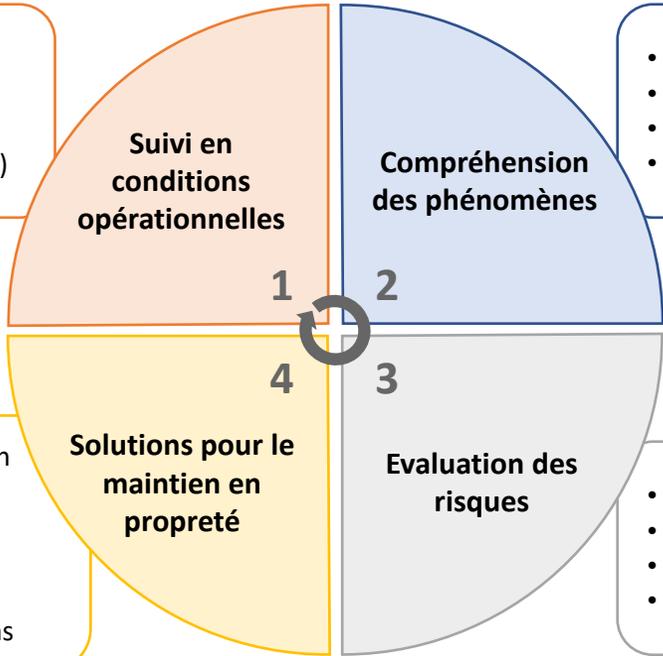


# Démarche d'ajustement des exigences

- Les problématiques sont différentes selon le sous-ensemble optique considéré (environnement volumique, longueur d'onde d'utilisation, exposition aux activités), mais la démarche est la même :



- Suivi de l'environnement ( $T^\circ$ , %H,  $\Delta P$ )
- Suivi qualitatif et quantitatif des pollutions
- Identification des sources de pollution
- Etat des optiques (empoussièremment et endommagement)



- Mécanismes d'interaction redoutés
- Impacts sur la durée de vie des optiques
- Impacts sur leurs performances optiques
- Impacts sur les composants optiques en aval

- **Solutions préventives** : en générer le moins possible avec une gestion contractuelle + opérationnelle quotidienne efficace
- **Solutions correctives** : supprimer les pollutions avant qu'elles n'impactent les composants optiques de manière irréversible
- **Solutions palliatives** : changer des éléments de conception ou les performances intrinsèques des optiques pour vivre avec les pollutions

- En fonction de l'état actuel de pollution et de la vitesse de dégradation
- En fonction des énergies laser des tirs à venir
- En fonction des difficultés d'approvisionnement des optiques neuves
- En fonction des coûts de maintenance VS le coût des solutions de défense

# Etat des lieux et points critiques

# Pollution sur les miroirs de transport

Activités dans les salles qui hébergent les miroirs + plafond ajouré pour laisser passer le faisceau et la ventilation



↓  
**Conséquences : apparition de brûlures millimétriques sur certains composants**



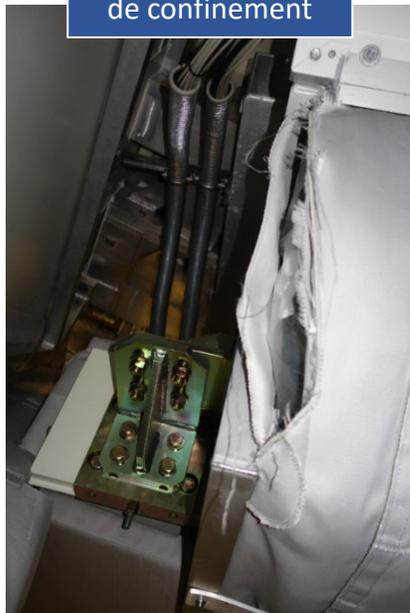
→  
**Déploiement de diverses stratégies préventives sur les opérations**

# Pollution sur les composants de fin de chaîne

Sectorisation ISO 7 sur le trajet du faisceau



Rupture de la toile de confinement



## Ruptures du confinement ISO 7 :

- A cause de la dégradation de certaines toiles
- Pour des opérations de montage ou maintenance des équipements situés à l'intérieur du secteur

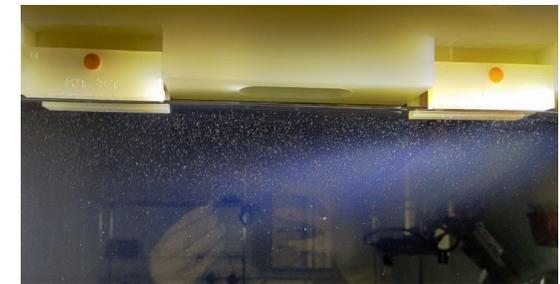
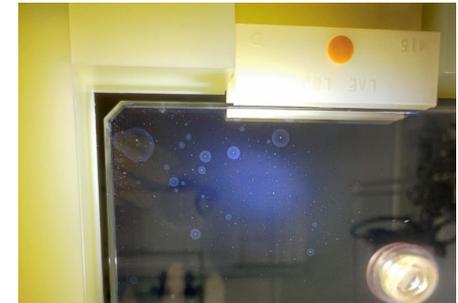


**Conséquence particulaire surfacique :** des particules, des projections ou coulures, des auréoles



## Déploiement stratégie :

- Remplacement des toiles abimées
- Prévention et encadrement des activités sensibles à proximité



# Stratégie de maîtrise de la propreté

# Stratégie préventive

---

## Engagement contractuel des industriels intervenants

- Déclinaison des exigences dans les cahier des charges et les listes de documents applicables
  - Au plus juste besoin en fonction des activités du marché
  - Formulation pragmatique et concrète pour faciliter la prise en compte
- Contrôle de la prise en compte à chaque étape du marché
  - Dans les livrables contractuels, via un PAQPP notamment
  - Sur le terrain avec déploiement des méthodes et moyens associés à la propreté

# Stratégie préventive

## Suivi opérationnel de l'application des bonnes pratiques

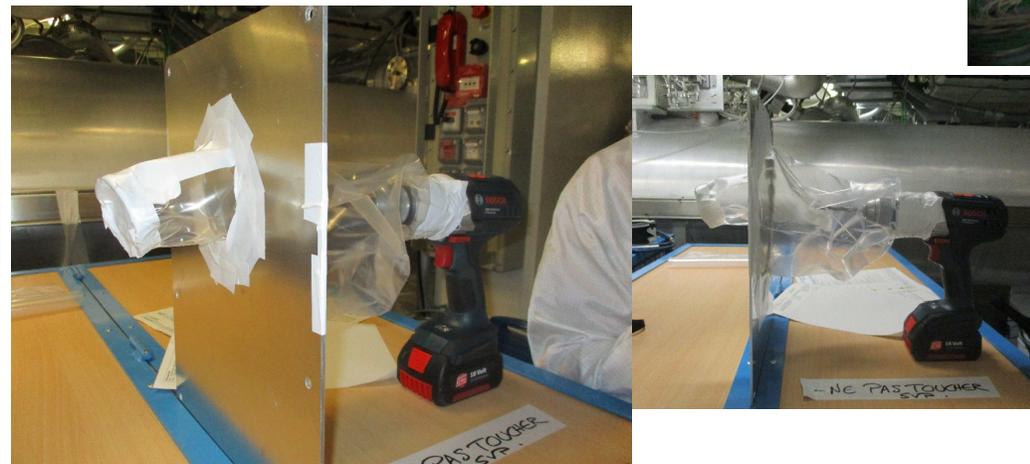
Selon les recommandations de la norme ISO 14644-5

- Formation
- Contrôle d'entrée de matériel
- Contrôle des conditions de stockage
- Relecture des procédures d'intervention, points d'arrêt de chantiers

## Salle ISO 7 – Miroirs de transport Opération de câblage



## Salle ISO 8 – Perçage sur rampe Prototype réalisé par un industriel

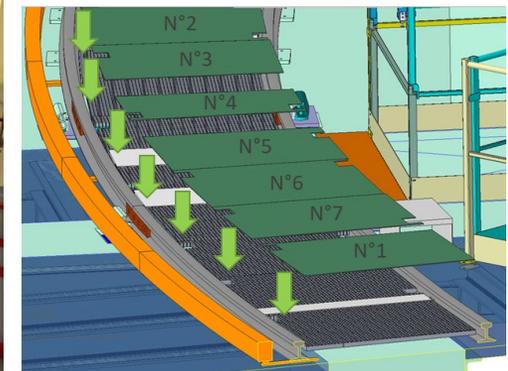
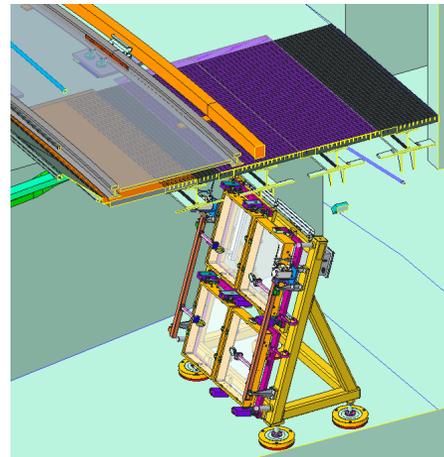


# Stratégies correctives et palliatives

**Déploiement de solutions techniques** pour contrer des problématiques de conception, d'architecture et/ou pour compléter les solutions préventives

Exemples pour protéger les miroirs de transport

- Capotage et vinylage lors d'activités polluantes à proximité
- Soufflage mensuel
- Système de soufflage automatisé
- Plaque de protection à l'aplomb
- Suppression d'une zone de rétention à l'étage



# Conclusion

# Conclusion

Pour garantir la durée de vie et les performances de ses composants optiques, Le Laser Mégajoule est soumis à des exigences d'ultra propreté particulières et moléculaires.

Or, le LMJ est une installation complexe

- Par son architecture à étages et sa taille
- Par la cohabitation de contraintes radiologiques et d'ultra propreté, parfois contradictoires
- Par le nombre d'intervenants et la nature de leurs activités à mener en ultra propreté

La démarche de compréhension et le retour d'expérience nous ont permis d'identifier les sources des pollutions.

Pour les contrer, une **stratégie de maîtrise de la propreté est déployée** mêlant :

- engagement contractuel,
- suivi opérationnel quotidien
- solutions correctives

**La montée en puissance de ces activités de maintien en ultra propreté est nécessaire pour assurer la bonne tenue des expériences de physique et des coûts de maintenance acceptables**