

## **«Appareil indenteur à pointe propre à tester un bloc de matériau » permettant de réaliser des essais à très haute température (1000°C)**

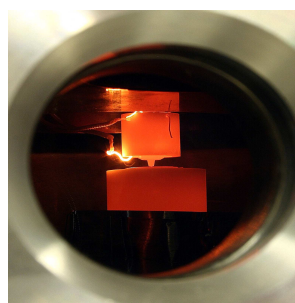
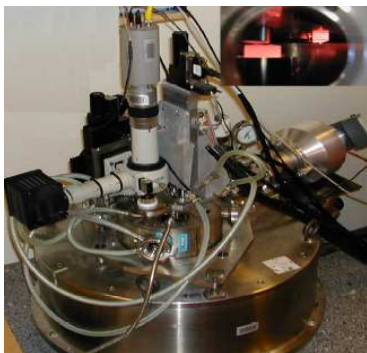
### **Domaines d'applications :**

Les moyens de micro ou nano indentation sont aujourd'hui utilisés couramment dans le domaine de la science des matériaux pour déterminer des grandeurs mécaniques locales de matériaux disponibles en faible quantité : revêtements de faible épaisseur, matériaux radioactifs, matériaux multiphasés, matériaux composites, zones de diffusion dans les matériaux soudés pour ne citer que quelques secteurs industriels.

L'invention consiste à pouvoir réaliser ces types d'essais à très haute température.

Les domaines d'application sont donc nombreux car l'indentation peut être utilisée sur tout type de matériaux. *L'industrie automobile, l'industrie nucléaire, le domaine aérospatial* sont quelques domaines clés qui utilisent déjà l'indentation.

Ce moyen inventé à l'Onera est en premier lieu un outil de recherches et le marché des moyens d'indentation à haute température se développe. Quelques constructeurs de moyens d'indentation se partagent le marché de la vente d'appareils de nano indentation et se lancent petit à petit sur le marché des moyens d'indentation à haute température.



Le moyen prototype développé à l'Onera et détail des fours lors d'un essai à chaud

### **Description Technique de l'invention :**

Dans son principe, la microindentation instrumentée consiste à appliquer à la surface d'un matériau une pointe d'un matériau dur et de mesurer en continu la pénétration de la pointe (communément appelé indenteur) en fonction de la force appliquée pendant un cycle charge – décharge.

L'analyse du résultat du test de microindentation instrumentée, en particulier de la courbe réponse force–pénétration obtenue à haute température, mais aussi de l'empreinte résiduelle d'indentation à la surface du matériau permet de déterminer plusieurs propriétés mécaniques du matériau indenté comme la dureté, le module d'élasticité, ou encore la limite d'élasticité en fonction de la température ; En maintenant la charge appliquée à haute température, il est possible d'accéder à des paramètres de fluage local, de viscosité.

### **Avantages – nouveautés :**

L'invention permet de solliciter la matière se présentant en petits volumes à des températures proches des conditions de service de ces matériaux. Permet de s'affranchir des préparations d'éprouvettes nombreuses et onéreuses.

La réalisation d'essais en température permettant de mesurer des grandeurs mécaniques de faible étendue de mesure est innovante.

Simplification des essais mécaniques, peu de matière à utiliser, peu d'éprouvettes à réaliser.

Réalisation des essais en atmosphère contrôlée sous vide, gaz neutre ou choix d'une atmosphère spécifique.

### **Etat de développement :**

Le développement de deux prototypes a été réalisé à l'Onera

La licence est exploitée par la société Michalex qui a réalisé et installé une machine commerciale au KIT de Karlsruhe.

Le partenariat est actif avec l'Onera puisqu'un prototype Onera est en cours de modification pour devenir une machine upgradée et proche de la réalisation commerciale réalisée au KIT

Le niveau de TRL est aujourd'hui de 8 à 9 puisque la PME Michalex s'est chargée d'amener le moyen prototype de l'Onera au niveau d'un produit commercial.

### **Partenaires souhaités :**

Les industriels qui commercialisent des moyens d'indentation instrumentés.