

MATÉRIAUX ET MÉTALLURGIE / CÉRAMIQUES - VERRE

POSSIBLE EN INTRA

TECHNIQUES DE FRITTAGE NON-CONVENTIONNEL DE CÉRAMIQUES TECHNIQUES

 1735 € HT

 3 JOURS (21 H.)

 LIMOGES
DU 24/11/2026 À 14H00 AU 27/11/2026 À 12H00

COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

Apporter les connaissances scientifiques de base dans le domaine du frittage naturel ou sous charge de céramiques

PUBLIC

- Ingénieurs ou équivalent dans le domaine des procédés d'élaboration des matériaux

PRÉREQUIS

- Connaissances de base dans le domaine des matériaux

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Apporter les connaissances scientifiques de base dans le domaine du frittage naturel ou sous charge de céramiques
- Donner des éléments de formation sur les nouvelles technologies non conventionnelles de type frittage « flash » (principalement de type SPS – Spark Plasma Sintering)

CONTENU

PARTIE 1 - RAPPELS SUR LE FRITTAGE NATUREL DE CÉRAMIQUES MASSIVES

- Introduction générale sur les différents procédés de frittage.
- Identification des forces motrices du frittage en phase solide.
- Les grandes étapes du frittage naturel et approche des mécanismes de densification à l'état solide (chemins de diffusion en volume, aux joints de grains, consolidation et densification).

PARTIE 2 - LES VARIABLES EXPÉRIMENTALES ET LES MÉTHODES DE CARACTÉRISATION

- Caractérisation expérimentale du frittage (différents modes de traitement thermique, mesures d'un retrait, d'une densité, révélation des microstructures par gravage thermique, analyse d'images ...).
- Les variables expérimentales clés qui régissent le frittage naturel (taille des particules et propriétés à cru, cycle thermique, atmosphère de frittage ...).

PARTIE 3 - LE FRITTAGE SOUS CHARGE (Hot Pressing et Hot Isostatic Pressing)

- Description et présentation des différents procédés de frittage assistés par une pression (Hot Pressing, Hot Isostatic Pressing, Frittage-Forgeage). Principes de fonctionnement de presses à chaud (uniaxiale ou isostatique) : choix de la gaine, atmosphère, cycle thermomécanique ... Avantages et inconvénients de chaque procédé.
- Mécanisme de frittage sous charge. Le traitement des données expérimentales. Les forces motrices. Les cinétiques de frittage sous charge et l'identification des mécanismes élémentaires. Quelques exemples d'applications parmi les céramiques techniques.

PARTIE 4 - LE PROCÉDÉ DE FRITTAGE "flash" ou Spark Plasma Sintering

- Introduction. Brefs rappels historiques. Principe général de fonctionnement d'une plateforme SPS. Les paramètres d'entrée et de sortie. Avantages et inconvénients par rapports aux autres technologies de frittage. Quelques exemples d'applications.
- Etat des connaissances sur les mécanismes de densification par SPS. Hypothèse de formation de microdécharges électriques et des microplasmas localisés dans les premiers instants du traitement SPS. Effet des champs électromagnétiques induits et de l'électromigration sur la densification de matériaux. Analogie avec le frittage sous charge uniaxiale pour les stades ultimes de frittage SPS.
- Les propriétés électriques et thermiques d'un dispositif de frittage SPS. La métrologie et l'instrumentation associées à la détermination des paramètres d'entrée (courant) et de sortie (température); Répartition du courant pulsé dans l'enceinte de frittage, évolution de l'onde de courant en fonction des conditions opératoires (diamètre de l'outillage, nature du matériau, rôle de l'isolant ...).
- Modélisation et simulation numérique d'un procédé de frittage SPS. Méthodologie employée. Mise en évidence de couplage entre les propriétés thermophysiques (électriques-thermiques-mécaniques). Identification des gradients de propriétés au sein de l'outillage et des matériaux, détermination des amplitudes en fonction de la nature des matériaux.

PARTIE 5 - TRAVAUX PRATIQUES – Frittage « flash » ou Spark Plasma Sintering (paramétrages, métrologie, formation sur le lancement d'essais de densification)

- Cette activité sera consacrée à la mise en pratique des connaissances acquises sur le frittage SPS lors des deux premiers jours du stage de formation. En particulier, il s'agira au cours de la matinée de présenter les conditions de programmation d'une plateforme de frittage (cycle thermomécanique, choix des durées de pulse, de temps morts...) et d'instrumentation pour la détermination des profils de température et/ou de contraintes. Quelques essais de fabrication de pièces céramiques de composition, de propriétés thermophysiques (i.e. conductivités électrique et thermique) et de géométries variables seront menés tout au long de la journée.

97,2%
de clients
satisfaits*

* enquête réalisée auprès
de nos clients en
septembre 2025

ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Enseignants-chercheurs de l'ENSIL-ENSCI et spécialistes de l'industrie



MOYENS ET MÉTHODES PÉDAGOGIQUES

La formation est découpée en deux volets : a) une formation plus théorique qui vise à consolider les acquis en matière de frittage de céramiques (2 jours) ; b) une formation plus pratique (1 jour) qui permet de mettre en pratique ces connaissances au travers de l'utilisation d'une plateforme de frittage SPS. Un support de cours sera remis à chacun des participants.

PROCHAINE SESSION

LIMOGES : DU 24/11/2026 À 14H00 AU 27/11/2026 À 12H00

Frais pédagogiques individuels : 1 735 € H.T. (* Repas inclus)

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants. Nous consulter pour d'autres dates.

ÉVALUATION ET RÉSULTATS

Évaluation des acquis de la formation

Évaluation des acquis des apprenants par auto-examen. 92.5% des apprenants ont acquis la compétence principale visée. (sur 734 apprenants évalués sur cette thématique depuis 2020)

Évaluation de la satisfaction des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

4.4 par les participants. (sur 1072 participants ayant suivi une formation dans la thématique depuis 2020)



RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTION

Tel : +33 (0)4 72 43 83 93

Fax : +33 (0)4 72 44 34 24

mail : formation@insavalor.fr

Préinscription sur formation.insavalor.fr

Accueil des personnes en situation de handicap nécessitant un besoin spécifique d'accompagnement : nous contacter à l'inscription. Nos locaux sont accessibles aux personnes à mobilité réduite.

Actualisée le 18/06/2026