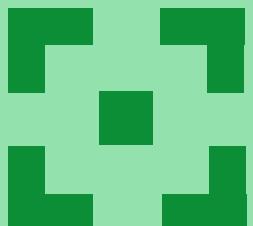


# CATALOGUE FORMATION CONTINUE

2025



**ensil-ensci**

ÉCOLE  
D'INGÉNIEURS  
DE LIMOGES

En  
partenariat  
avec

**INSA**  
**VALOR**

# NOTRE OFFRE DE STAGES

[Tous les stages peuvent être adaptés pour pouvoir se faire à distance]

1  
Procédés  
de mise  
en forme



Connaître & maîtriser  
les différents procédés de mise en forme

Procédés d'élaboration des céramiques [stage 7113]

Mises en forme des poudres par pressage [stage 7132]

Suspensions céramiques et procédés de mise en forme associés [stage 7118]

Analyses thermiques et transformations physico-chimiques de matériaux céramiques  
[stage 7172]

Fragmentation de matières premières céramiques [stage 7177]

2  
Traitement  
thermique



Connaître & maîtriser  
les techniques de frittage

Frittage et traitements thermiques des matériaux céramiques [stage 7130]

Techniques de frittage non-conventionnel de céramiques techniques [stage 7131]

Frittage des matériaux céramiques pour le nucléaire [stage 7123]

Elaboration par frittage réactif de phases nitrides et oxynitrides - Propriétés physico-chimiques et domaines d'application [stage 7124]

3  
Propriétés  
d'usage



Connaître les propriétés  
des matériaux céramiques

Techniques de caractérisation des matériaux céramiques [stage 7174]

Matériaux céramiques à hautes performances mécaniques et thermiques [stage 7133]

Spécificités des matériaux céramiques réfractaires [stage 7116]

Spécificités des produits de terre cuite [stage 7110]

Matériaux céramiques pour la construction durable [stage 7111]

Verre et technologie verrière [stage 7192]

Langage Python et réseau de neurones en science des matériaux [stage 7112]

Frites, pigments, émaux et techniques d'émaillage [stage 7189]

Matériaux céramiques et procédés associés pour les applications SOFC et la production  
d'hydrogène [stage 7143]

# NOTRE OFFRE SUR MESURE

Vous êtes technicien.ne ou ingénieur.e d'une même entreprise ou d'un groupe d'entreprises. Vous voulez vous initier ou vous perfectionner dans un domaine précis et bénéficier d'une formation adaptée au mieux à votre activité.

## Consultez - nous

L'équipe pédagogique d'enseignants-rechercheurs de l'ENSIL-ENSCI examinera avec vous vos besoins et pourra vous proposer une formule à la carte dans les champs de compétences de nos 7 spécialités :



**CERAM : CÉRAMIQUE INDUSTRIELLE**



**ELT : ÉLECTRONIQUE ET TÉLÉCOMMUNICATIONS**



**GC : GÉNIE CIVIL**



**GEE : GÉNIE DE L'EAU ET ENVIRONNEMENT**



**MAT : MATÉRIAUX**



**MIX : MÉCATRONIQUE**



**PHOT : PHOTONIQUE**

**Modules de 3 à 5 jours pour un groupe de 12 stagiaires maximum**  
à raison de 7 heures par jour  
Coût pédagogique forfaitaire : nous consulter

## Accueil personnalisé en laboratoire

Accueil d'une personne encadrée par un tuteur dans un laboratoire de l'ENSIL-ENSCI, pendant une semaine, pour s'initier ou se perfectionner à la maîtrise de la technologie.

# CALENDRIER 2025

## Mars

**Du 24 au 27 mars 2025 (21h)**

Matériaux céramiques à hautes performances mécaniques et thermiques

## Mars/Avril

**Du 31 mars au 4 avril 2025 (14h)**

Spécificités des matériaux céramiques réfractaires

## Mai

**Du 12 au 14 mai 2025 (14h)**

Elaboration par frittage réactif de phases nitrides et oxynitrides - Propriétés physico-chimiques et domaines d'application

**Du 19 au 22 mai 2025 (21h)**

Langage Python et réseau de neurones en sciences des matériaux

## Juin

**Du 11 au 13 juin 2025 (14h)**

Matériaux céramiques et procédés associés pour les applications SOFC et la production d'hydrogène

**Du 16 au 17 juin 2025 (10h)**

Liants et matériaux géopolymères

**Du 23 au 26 juin 2025 (21h)**

Spécificités des produits de terre cuite

## Septembre

**Du 1 au 4 septembre 2025 (21h)**

Frittage et traitements thermiques des matériaux céramiques

**Du 15 au 19 septembre 2025 (28h)**

Techniques de caractérisation des matériaux céramiques

**Du 22 au 23 septembre 2025 (28h)**

Suspensions céramiques et procédés de mise en forme associés

## Septembre/Octobre

**Du 29 septembre au 2 octobre 2025 (21h)**

Frites, pigments, émaux et techniques d'émaillage

## Octobre

**Du 6 au 10 octobre 2025 (28h)**

Procédés d'élaboration des céramiques

**Du 13 au 10 octobre 2025 (28h)**

Spécificités des matériaux céramiques réfractaires

## Novembre

**Du 3 au 4 novembre 2025 (10h)**

Frittage des matériaux céramiques pour le nucléaire

**Du 17 au 19 novembre 2025 (14h)**

Mise en forme des poudres céramiques par pressage

**Du 20 au 21 novembre 2025 (14h)**

Matériaux céramiques pour la construction durable

**Du 24 au 27 novembre 2025 (21h)**

Techniques de frittage non-conventionnel de céramiques techniques

## Décembre

**Du 1 au 4 décembre 2025 (14h)**

Verre et technologie verrière

**Du 8 au 10 décembre 2025 (14h)**

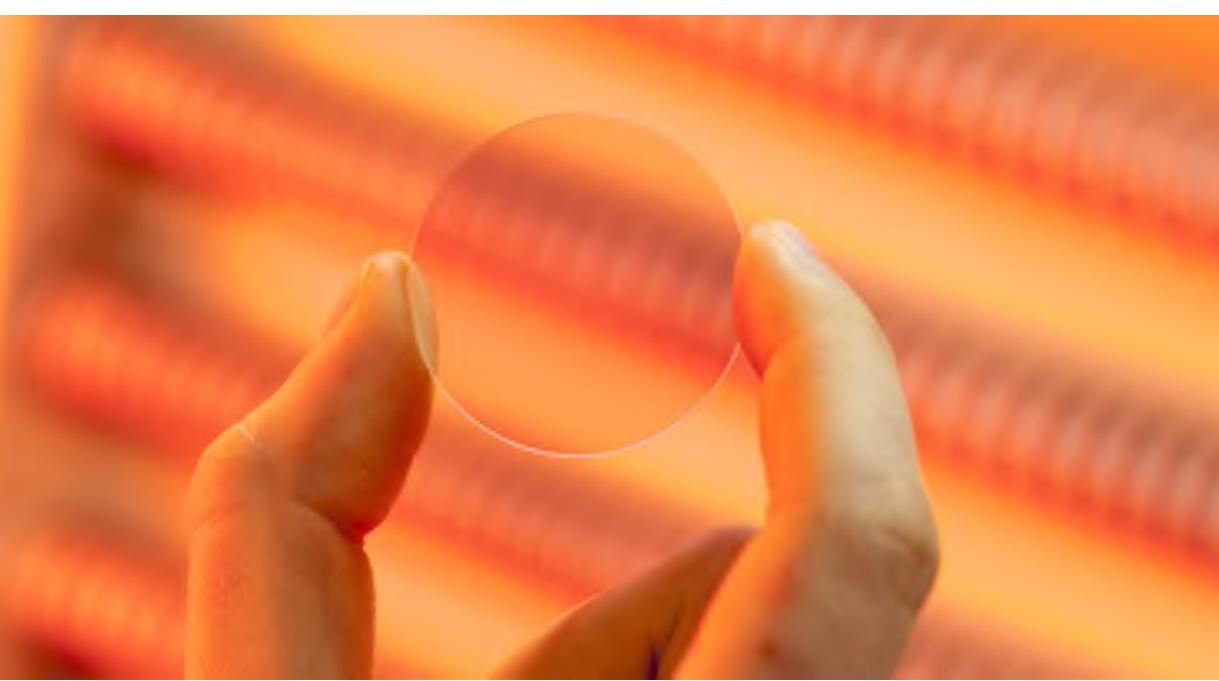
Fragmentation des matières premières céramiques

D'autres dates peuvent être planifiées en fonction des demandes.



# FICHES DESCRIPTIVES DES STAGES

- 7110 - Spécificités des produits de terre cuite
- 7111 - Matériaux céramiques pour la construction durable
- 7112 - Langage Python et réseau de neurones en science des matériaux
- 7113 - Procédés d'élaboration des céramiques
- 7116- Spécificités des matériaux céramiques réfractaires
- 7118 - Suspensions céramiques et les procédés de mise en forme associés
- 7123 - Frittage des matériaux céramiques pour le nucléaire
- 7124 - Elaboration par frittage réactif de phases nitrures et oxynitrides - Propriétés physico-chimiques et domaines d'application
- 7130 - Frittage et traitements thermiques des matériaux céramiques
- 7131 - Techniques de Frittage non-conventionnel de céramiques techniques
- 7132 - Mise en forme des poudres céramiques par pressage
- 7133 - Matériaux céramiques et à hautes performances mécaniques et thermiques
- 7143 - Matériaux céramiques et procédés associés pour les applications SOFC et la production d'hydrogène
- 7172 - Analyses thermiques et transformations physico-chimiques de matériaux céramiques
- 7174 - Techniques de caractérisation des matériaux céramiques
- 1777 - Fragmentation de matières premières céramiques
- 7189 - Frites, pigments, émaux et techniques d'émaillage
- 7192 - Verre et technologie verrière





## SPÉCIFICITÉS DES PRODUITS DE TERRE CUITE

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Acquérir une vue d'ensemble sur les procédés de fabrication des produits de terre cuite

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Acquérir une vue d'ensemble sur les procédés de fabrication des produits de terre cuite
- Connaître les exigences liées aux conditions d'utilisation

### PUBLIC

- Ingénieurs et techniciens concernés par la mise en oeuvre de produits de terre cuite

### PRÉREQUIS

- Niveau Bac +2

### CONTENU

#### PARTIE 1 - PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTS PRODUITS DE TERRE CUITE

- Les différentes familles de produits, propriétés et caractéristiques

#### PARTIE 2 - APPROCHE PHYSICO-CHIMIQUE DES PROBLÉMATIQUES SPÉCIFIQUES A L'ÉLABORATION DES PRODUITS DE TERRE CUITE

- Caractérisation des poudres : granulométrie laser, mesure de surface spécifique
- Caractérisations minéralogiques : diffraction des rayons X
- Caractérisations chimiques : dosage des différents cations en solution aqueuse, mise en solution et analyse par spectroscopie d'émission : préparation des échantillons et mise en place des protocoles.
- Caractérisations microstructurales : microscope électronique à balayage, microanalyse
- Caractérisations du comportement en température : analyse thermodifférentielle et thermogravimétrique
  - Description des matières premières
  - Techniques de caractérisation : quelles informations pour quelles propriétés ?
- Propriétés thermiques : Comparaison de différentes méthodes de mesure de conductivité thermique de matériaux argileux : fluxmétrie, méthode laser flash, hotdisk.
- Propriétés mécaniques : résistance en compression, en flexion
  - Propriétés d'usage des matériaux argileux
  - Vers des matériaux fonctionnels : quelques exemples (photocatalyse, dépollution)

#### PARTIE 3 - INGÉNIERIE DE L'ÉLABORATION DES PRODUITS DE TERRE CUITE ET RELATION AVEC LES MATIÈRES PREMIÈRES

- Mise en forme
- Séchage : optimisation du procédé
- Cuisson : frittage traditionnel, autres techniques de frittage

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 23/06/2025 à 14h00 au 26/06/2025 à 12h00

**Frais pédagogiques individuels :** 1 485 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

3 jours (21 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Enseignants-chercheurs de l'ENSIL-ENSCI.  
Experts du Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction (CTMNC) et Spécialistes de l'Industrie des Terres Cuites.

### PARTENAIRES



### RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTION

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

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

mail : formation@insavor.fr

Préinscription sur formation.insavor.fr

■ Accueil des personnes en situation de handicap nécessitant un besoin spécifique d'accompagnement : nous contacter à l'inscription



## MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Conférences et illustrations pratiques  
Un support de cours sera remis à chacun des participants.

## ÉVALUATION ET RÉSULTATS

### Évaluation des acquis de la formation

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation par un questionnaire ouvert contextualisé.

### Taux de réussite

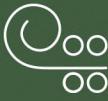
90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée  
Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

### Évaluation de la satisfaction

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

### Résultats de l'évaluation

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.  
Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## MATÉRIAUX CÉRAMIQUES POUR LA CONSTRUCTION DURABLE

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Acquérir une vue d'ensemble sur les éco-matériaux, plus particulièrement à base d'argile et leurs développements actuels

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Acquérir une vue d'ensemble sur les éco-matériaux, plus particulièrement à base d'argile et leurs développements actuels
- Connaître les exigences liées aux conditions d'utilisation

### PUBLIC

- Ingénieurs et techniciens concernés par la mise en œuvre ou l'utilisation d'éco matériaux

### PRÉREQUIS

- Niveau BAC+2

### CONTENU

#### PARTIE 1 - QUE SONT LES ÉCO MATERIAUX ? PRÉSENTATION DES BIO COMPOSITES, DESCRIPTION DES BIOPLASTIQUES ET DES AGRO MATÉRIAUX

- Les différentes familles de produits, propriétés et caractéristiques

#### PARTIE 2 - LA GESTION DES RESSOURCES NATURELLES : UTILISATION DES ARGILES DANS LES ÉCO MATÉRIAUX

- Avantages et inconvénients des argiles, caractéristiques physico-chimiques

#### PARTIE 3 - APPLICATIONS DES ÉCO MATÉRIAUX À BASE D'ARGILE DANS L'INDUSTRIE DU BÂTIMENT

- Nouvelles voies de consolidation des matériaux contenant des argiles
  - Renforts fibreux naturels
  - Géominéralisation
- Amélioration de l'isolation thermique : Contrôle de la porosité de matériaux poreux à base d'argile
- Fonctionnalisation des surfaces : un exemple : la photocatalyse

#### PARTIE 4 - LES NORMES - QUALIFICATION DES PRODUITS

### MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Conférences. Illustrations pratiques  
Un support de cours sera remis à chacun des participants.

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 20/11/2025 à 14h00 au 21/11/2025

**Frais pédagogiques individuels :** 860 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

1,5 jours (10 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

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

**ensil-ensci** ÉCOLE  
D'INGÉNIEURS  
DE LIMOGES

### 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



### ÉVALUATION ET RÉSULTATS

#### Évaluation des acquis de la formation

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation par un questionnaire

ouvert contextualisé.

#### **Taux de réussite**

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

#### **Évaluation de la satisfaction**

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

#### **Résultats de l'évaluation**

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## LANGAGE PYTHON ET RÉSEAU DE NEURONES EN SCIENCE DES MATERIAUX

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Mettre en œuvre un réseau dense de neurones sur une problématique matériau / procédé

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Acquérir des compétences dans l'utilisation du langage Python et des bibliothèques scientifiques Numpy, Matplotlib, Keras

### PUBLIC

- Ingénieurs ayant des bases en langage de programmation Python et en algèbre linéaire et souhaitant approfondir leurs compétences en programmation scientifique

### PRÉREQUIS

- Les bases du langage Python
- Algèbre linéaire (multiplication matricielle, vectorielle, etc.)

### CONTENU

#### PARTIE 1 - TRAITEMENT DES DONNES AVEC PYTHON

- Mise en œuvre des bibliothèques scientifiques NumPy et Matplotlib pour le traitement d'image.

#### PARTIE 2 - LES RESEAUX DE NEURONES DENSE "FROM SCRATCH"

- Théorie et exemples simples d'implémentation

#### PARTIE 3 - MISE EN PRATIQUE AVEC "TensorFlow"

- Classification et régression sur des problèmes "écoles" et matériaux

### MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Cette formation est organisée sous la forme d'ateliers pratiques (l'ordinateur est fourni) avec des séquences d'apports théoriques courts et ciblés

Un support de cours sera remis à chacun des participants.

### ÉVALUATION ET RÉSULTATS

#### Évaluation des acquis de la formation

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation par un questionnaire ouvert contextualisé, une mise en situation, une étude de cas et des exercices

#### Taux de réussite

90.5% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 155 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

#### Évaluation de la satisfaction

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 19/05/2025 à 14h00 au  
22/05/2025 à 12h00

**Frais pédagogiques individuels :** 1 520 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

3 jours (21 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Chercheur / Enseignant chercheur (utilisateurs et développeurs d'outils numériques)

### RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTION

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

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

mail : formation@insavvalor.fr

Préinscription sur formation.insavvalor.fr

Accueil des personnes en situation de handicap nécessitant un besoin spécifique d'accompagnement : nous contacter à l'inscription



## Résultats de l'évaluation

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.3/5 par les participants.  
Evaluations réalisées auprès des 192 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## PROCÉDÉS D'ÉLABORATION DES CÉRAMIQUES

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Décrire les procédés d'élaboration des grandes classes de matériaux céramiques

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Avoir une vue d'ensemble des procédés d'élaboration des grandes classes de matériaux céramiques
- Etre capable de dialoguer avec des spécialistes

### PUBLIC

- Ingénieurs ou techniciens impliqués dans l'élaboration et/ou l'utilisation de céramiques

### PRÉREQUIS

- Niveau BAC requis
- Connaissances de base en chimie souhaitables

### CONTENU

#### PARTIE 1 - PRÉSENTATION DES CÉRAMIQUES

- Définition
- Classification
- Importance et avenir des céramiques

#### PARTIE 2 - MATIÈRES PREMIÈRES

- Naturelles et synthétiques
- Extraction, traitement, préparation
- Principales caractéristiques

#### PARTIE 3 - ÉLABORATION DES COMPOSITIONS

- Barbotines et pâtes (tests rhéologiques)
- Masses pulvérulentes (granularité, broyage)
- Méthodes par voies physico-chimiques

#### PARTIE 4 - MISE EN FORME

#### PARTIE 5 - SÉCHAGE

- Etude physico-chimique
- Techniques

#### PARTIE 6 - TRAITEMENTS THERMIQUES

- Phénomènes mis en jeu

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 06/10/2025 à 14h00 au  
10/10/2025 à 12h00

**Frais pédagogiques individuels :** 2 080 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

4 jours (28 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

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

### PARTENAIRES



### 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



## ■ Frittage

### MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Conférences. Illustrations pratiques.  
Un support de cours sera remis à chacun des participants.

### ÉVALUATION ET RÉSULTATS

#### Évaluation des acquis de la formation

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation, par un questionnaire ouvert contextualisé.

#### Taux de réussite

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

#### Évaluation de la satisfaction

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

#### Résultats de l'évaluation

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## SPÉCIFICITÉS DES MATERIAUX CÉRAMIQUES RÉFRACTAIRES

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Etre capable d'analyser les exigences liées aux conditions d'utilisation et de proposer des matériaux adaptés

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Acquérir une vue d'ensemble sur les procédés d'élaboration et de caractérisation des produits réfractaires
- Etre capable d'analyser les exigences liées aux conditions d'utilisation et de proposer des matériaux adaptés

### PUBLIC

- Ingénieurs ou techniciens concernés par la mise en œuvre, la caractérisation ou l'utilisation de produits réfractaires

### PRÉREQUIS

- Niveau BAC + 2
- Connaissances de base en physico-chimie des matériaux souhaitables

### CONTENU

#### PARTIE 1 - PRÉSENTATION GÉNÉRALE DES PRODUITS RÉFRACTAIRES

- Définitions - Principaux domaines d'applications
- Différentes familles de produits - Systèmes de liaison
- Principales normes

#### PARTIE 2 - THERMODYNAMIQUE ET DIAGRAMMES DE PHASES

- Rappel des notions de base de thermodynamique et sur l'utilisation des diagrammes de phase
- Exploitation des principaux diagrammes binaires et ternaires utiles dans le domaine des réfractaires
- Principaux composés réfractaires - Stabilité relative

#### PARTIE 3 - PROCÉDÉS DE FABRICATION

- Principales matières premières et influence des impuretés
- Notions sur les empilements granulaires
- Techniques de mise en œuvre et de cuisson
- Spécificités des produits électrofondus
- Spécificités des produits non façonnés

#### PARTIE 4- ASPECTS RELATIFS À LA CORROSION

- Mécanismes thermochimiques régissant la corrosion
- Facteurs clefs gouvernant les cinétiques
- Critères de choix du matériau optimal, applications pratiques

#### PARTIE 5 - ASPECTS RELATIFS À LA TENUE MÉCANIQUE À HAUTE TEMPÉRATURE

- Propriétés élastiques et thermiques des matériaux hétérogènes

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 31/03/2025 à 14h00 au  
04/04/2025 à 12h00

**Frais pédagogiques individuels :** 2 080 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

4 jours (28 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Enseignants-chercheurs de l'ENSIL-ENSCI

### PARTENAIRES



ÉCOLE  
D'INGÉNIEURS  
DE LIMOGES

### RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTION

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

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

mail : formation@insavvalor.fr

Préinscription sur formation.insavvalor.fr

Accueil des personnes en situation de handicap nécessitant un besoin spécifique d'accompagnement : nous contacter à l'inscription



- Mécanique de la rupture - Chocs thermiques
- Microstructure et comportement à haute température
- Apport de la simulation numérique

#### PARTIE 6 - ÉTUDES DE CAS

- Analyse des sollicitations - Critères de choix des produits

### MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Conférences et démonstration à partir des équipements d'élaboration et de caractérisation.

Un support de cours sera remis à chacun des participants.

### ÉVALUATION ET RÉSULTATS

#### Évaluation des acquis de la formation

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation, par un questionnaire ouvert contextualisé.

#### Taux de réussite

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

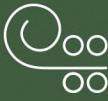
#### Évaluation de la satisfaction

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

#### Résultats de l'évaluation

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## LES SUSPENSIONS CÉRAMIQUES ET LES PROCÉDÉS DE MISE EN FORME ASSOCIÉS

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Optimiser les procédés de mise en forme associés

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Connaître les mécanismes mis en jeu au cours des étapes de préparation de suspensions de poudres céramiques
- Optimiser les procédés de mise en forme associés

### PUBLIC

- Techniciens ou ingénieurs amenés à mettre en œuvre des matériaux céramiques en milieu industriel

### PRÉREQUIS

- Niveau BAC + 2 requis

### CONTENU

#### PARTIE 1 - DISPERSION DES MATIÈRES PREMIÈRES ET STABILITÉ DES SUSPENSIONS

La première demi-journée sera consacrée à l'incidence de différents paramètres sur l'étape de dispersion à savoir :

- la nature du milieu de dispersion
- la teneur en matières sèches
- l'introduction d'additifs
- des expériences venant illustrer ces différents aspects

#### PARTIE 2 - RHÉOLOGIE DES SUSPENSIONS

Cette demi-journée aura pour objectif de présenter les aspects suivants, à partir d'exemples concrets :

- les techniques de caractérisation rhéologique : les principes de base, les différents rhéomètres
- les différents comportements rhéologiques des suspensions
- les informations apportées par ce type de mesures

#### PARTIE - 3 PROCÉDÉS DE MISE EN FORME DE CÉRAMIQUES FAISANT APPEL À DES SUSPENSIONS (techniques de coulage, électrophorèse, pulvérisation...)

### MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Exposés et illustrations pratiques

Un support de cours sera remis à chacun des participants.

### ÉVALUATION ET RÉSULTATS

#### Évaluation des acquis de la formation

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 22/09/2025 à 14h00 au 23/09/2025

**Frais pédagogiques individuels :** 875 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

1,5 jours (10 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Enseignants de l'ENSIL-ENSCI et spécialistes de l'Industrie

### PARTENAIRES

**ensil-ensci** ÉCOLE  
D'INGÉNIEURS  
DE LIMOGES

### 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



Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation, par un questionnaire contextualisé.

#### **Taux de réussite**

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

#### **Évaluation de la satisfaction**

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

#### **Résultats de l'évaluation**

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## FRITTAGE DES MATERIAUX CÉRAMIQUES POUR LE NUCLÉAIRE

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Mieux appréhender les mécanismes sur le frittage de céramiques

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Mieux appréhender les mécanismes sur le frittage de céramiques
- Mieux comprendre le frittage de céramiques nucléaires (oxydes et non-oxydes) et les paramètres expérimentaux clés

### PUBLIC

- Techniciens supérieurs ou ingénieurs concernés par le traitement thermique de matériaux céramiques destinés à des applications nucléaires

### PRÉREQUIS

- Connaissances de base des techniques de frittage des matériaux céramiques

### CONTENU

#### PARTIE 1 - NOTIONS DE BASE DU FRITTAGE EN PHASE SOLIDE ET LIQUIDE

- Généralités
- Les différents modes de frittage (en phase solide ou liquide, frittage-réaction)
- Mise en évidence expérimentale
- Les différentes étapes du frittage
- Les forces motrices du frittage

#### PARTIE 2 - FRITTAGE DE CÉRAMIQUES NUCLÉAIRES DE TYPE OXYDE

- Rôle des caractéristiques physico-chimiques des poudres initiales
- Effet du cycle thermique (température, atmosphère)
- Rôle des additifs de frittage
- Approche des mécanismes de densification et de croissance granulaire

#### PARTIE 3 - FRITTAGE DE CÉRAMIQUES NUCLÉAIRES DE TYPE NON-OXYDE

- Méthodes de synthèse des poudres et impact sur leur comportement au frittage
- Effet du cycle thermique et de l'atmosphère de traitement thermique
- Rôle des additifs de frittage
- Approche des mécanismes de densification et de grossissement de grains

### MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Conférences. Illustrations de cas concrets.

Un support de cours sera remis à chacun des participants.

### SESSIONS

LIMOGES : du 03/11/2025 à 14h00 au 04/11/2025

Frais pédagogiques individuels : 875 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

1,5 jours (10 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Enseignants-chercheurs de l'ENSIL-ENSCI

### PARTENAIRES

**ensil-ensci** ÉCOLE  
D'INGÉNIEURS  
DE LIMOGES

### 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



### ÉVALUATION ET RÉSULTATS

#### Évaluation des acquis de la formation

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation, par un questionnaire

ouvert contextualisé

#### **Taux de réussite**

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

#### **Évaluation de la satisfaction**

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

#### **Résultats de l'évaluation**

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## ÉLABORATION PAR FRITTAGE RÉACTIF DE PHASES NITRURES ET OXYNITRURES - PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES ET DOMAINES D'APPLICATION

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Décrire la fabrication de céramiques techniques de type nitrule ou apparentée

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Acquérir des compétences dans le domaine de la fabrication de céramiques techniques de type nitrule ou apparentée (phases oxynitrures de silicium ou d'aluminium)

### PUBLIC

- Techniciens ou ingénieurs amenés à mettre en œuvre des matériaux céramiques en milieu industriel

### PRÉREQUIS

- Connaissances de bases en physico-chimie des matériaux souhaitables

### CONTENU

#### PARTIE 1 - INTRODUCTION - PRÉSENTATION DES DIAGRAMMES DE PHASE

#### PARTIE 2 - PROCÉDÉS D'ÉLABORATION DE POUDRES SPÉCIFIQUES DE NITRURES OU D'OXYNITRURES

- Procédé de carbonitruration de matières minérales
- Procédé de nitruration directe du métal
- Autres méthodes de synthèse (ex : CVD)
- Comparaison des méthodes. Avantages et Inconvénients

#### PARTIE 3 - MISE EN FORME ET FRITTAGE RÉACTIF DE PHASES NITRURES OU APPARENTÉES

- Rappels sur les mécanismes de frittage naturel ou sous charge
- Présentation des procédés de frittage appliqués aux nitrules et oxynitrures
- Apports et limites du procédé en termes de contrôle des microstructures et des stoechiométries

#### PARTIE 4 - PERFORMANCES ET SECTEURS D'APPLICATION DES PHASES NITRURES

- Résistance mécanique et applications thermostructurales
- Résistance au frottement et application dans les abrasifs
- Propriétés optiques et applications

### MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Cours, exercices d'applications, illustrations par des cas pratiques  
Un support de cours sera remis à chacun des participants.

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 12/05/2025 à 14h00 au 14/05/2025 à 12h00

**Frais pédagogiques individuels :** 1 180 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

2 jours (14 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Enseignants-chercheurs de la Faculté des Sciences et Techniques et de l'IUT de l'Université de Limoges

### PARTENAIRES



### RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTION

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

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

mail : formation@insavvalor.fr

Préinscription sur formation.insavvalor.fr

Accueil des personnes en situation de handicap nécessitant un besoin spécifique d'accompagnement : nous contacter à l'inscription



## **ÉVALUATION ET RÉSULTATS**

### **Évaluation des acquis de la formation**

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation par un questionnaire ouvert contextualisé.

#### **Taux de réussite**

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

#### **Évaluation de la satisfaction**

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

#### **Résultats de l'évaluation**

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## FRITTAGE ET TRAITEMENTS THERMIQUES DES MATERIAUX CÉRAMIQUES

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Apprendre à déterminer un traitement thermique adapté au produit recherché

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Comprendre les mécanismes du frittage et les phénomènes physico-chimiques mis en jeu dans un cycle de cuisson des produits céramiques
- Apprendre à déterminer un traitement thermique adapté au produit recherché

### PUBLIC

- Techniciens supérieurs ou ingénieurs concernés par l'optimisation des traitements thermiques de produits céramiques

### PRÉREQUIS

- Niveau BAC + 2
- Connaissances de base (théoriques et/ou pratiques) en sciences des matériaux céramiques

### CONTENU

#### PARTIE 1 - INTRODUCTION AU FRITTAGE

- Généralités
- Les différents procédés de frittage (frittage en phase solide, frittage en phase liquide, frittage réaction, frittage sous charge)
- Les forces motrices du frittage

#### PARTIE 2 - LES PHENOMÈNES PHYSICO-CHIMIQUES RELATIFS AU FRITTAGE NATUREL

- Les différents stades du frittage en phase solide
- Formation des ponts
- Elimination de la porosité ouverte et fermée
- Le grossissement granulaire
- Cartes de frittage et de microstructure

#### PARTIE 3 - MISE EN EVIDENCE EXPERIMENTALE DU FRITTAGE

- Mesures de porosité et de densité
- Observations microstructurales et quantification (taille de grains, phases secondaires)
- Analyses dilatométriques

#### PARTIE 4 - INFLUENCE DES PARAMETRES LIÉS AUX MATERIAUX PREMIERES ET AU CRU SUR LE FRITTAGE

- Taille des particules/la distribution en taille des grains
- Mise en forme des céramiques et rôle des propriétés du cru (compacité, homogénéité)
- Contrôle des dimensions et de la géométrie des pièces (influence de la mise en forme et du frittage)

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 01/09/2025 à 14h00 au 04/09/2025 à 12h00

**Frais pédagogiques individuels :** 1 560 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

3 jours (21 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

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

### PARTENAIRES



ÉCOLE  
D'INGÉNIEURS  
DE LIMOGES

### RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTION

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

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

mail : formation@insavlor.fr

Préinscription sur formation.insavlor.fr

Accueil des personnes en situation de handicap nécessitant un besoin spécifique d'accompagnement : nous contacter à l'inscription



## PARTIE 5 - DES NOTIONS DE BASE SUR LE COMPORTEMENT THERMIQUE DES CÉRAMIQUES

- Propriétés thermiques et évolution au cours d'un traitement. Mesures
- Physico-chimie de la combustion
- Transformations thermiques et diagrammes de phases

## PARTIE 6 - LE CYCLE THERMIQUE D'UNE CÉRAMIQUE

- Le séchage
- La calcination
- Les différents types de fours
- Des exemples d'application

## MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Conférences. Exercices dirigés. Illustrations pratiques.  
Un support de cours sera remis à chacun des participants.

## ÉVALUATION ET RÉSULTATS

### Évaluation des acquis de la formation

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation par un questionnaire ouvert contextualisé.

### Taux de réussite

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée  
Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

### Évaluation de la satisfaction

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

### Résultats de l'évaluation

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.  
Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## TECHNIQUES DE FRITTAGE NON-CONVENTIONNEL DE CÉRAMIQUES TECHNIQUES

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

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

### 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)

### PUBLIC

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

### PRÉREQUIS

- Connaissances de base dans le domaine des matériaux

### 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 rapport aux autres technologies de frittage. Quelques exemples d'applications.
- Etat des connaissances sur les mécanismes de densification par SPS. Hypothèse de

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 24/11/2025 à 14h00 au  
27/11/2025 à 12h00

**Frais pédagogiques individuels :** 1 710 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

3 jours (21 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Enseignants de la Faculté des Sciences et Techniques de Limoges, de l'I.U.T. de Limoges et du Laboratoire IRCER (Institut de Recherche sur les CERamiques) de l'Université de Limoges.

### PARTENAIRES



### RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTION

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

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

mail : formation@insavlor.fr

Préinscription sur formation.insavlor.fr

Accueil des personnes en situation de handicap nécessitant un besoin spécifique d'accompagnement : nous contacter à l'inscription



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 stages ultimes de frittage SPS.

- Les propriétés électriques et thermiques d'un dispositif de frittage SPS. La métrologie et l'instrumentation associées à la déterminisation des paramètres d'entrée (courant) et de sortie (température); Répartition du courant pulsé dans l'enveloppe 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.

## **MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE**

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.

## **ÉVALUATION ET RÉSULTATS**

### **Évaluation des acquis de la formation**

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation par un questionnaire ouvert contextualisé.

### **Taux de réussite**

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

### **Évaluation de la satisfaction**

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

### **Résultats de l'évaluation**

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## MISE EN FORME DES POUDRES CÉRAMIQUES PAR PRESSAGE

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Etre capable d'identifier l'origine des défauts en cours de process et d'ajuster en conséquence les conditions de mise en œuvre des poudres et les paramètres de pressage

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Connaître les possibilités offertes par cette technologie
- Etre capable d'identifier l'origine des défauts en cours de process et d'ajuster en conséquence les conditions de mise en œuvre des poudres et les paramètres de pressage

### PUBLIC

- Techniciens ou ingénieurs amenés à mettre en œuvre des matériaux céramiques en milieu industriel

### PRÉREQUIS

- Niveau BTS
- Connaissances de base en physico-chimie des matériaux souhaitables

### CONTENU

#### PARTIE 1 - LES POUDRES CÉRAMIQUES ET LEURS CARACTÉRISTIQUES

- Caractéristiques physiques et chimiques des poudres céramiques
- Préparation des poudres pour le pressage (granulation, atomisation)

#### PARTIE 2 - LE PRESSAGE

- Les milieux granulaires
- Caractéristiques des empilements granulaires
- Les différentes techniques de pressage
- Aspects de modélisation
- Aspects procédés

#### PARTIE 3 - CARACTÉRISTIQUES ET DÉFAUTS DES PRODUITS PRESSÉS

- Essais pratiques et comparatifs

#### PARTIE 4 - TABLE RONDE

- Echanges sur les problèmes spécifiques aux participants

### MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Conférences et illustrations pratiques.

Un support de cours sera remis à chacun des participants.

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 17/11/2025 à 14h00 au  
19/11/2025 à 12h00

**Frais pédagogiques individuels :** 1 180 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

2 jours (14 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Enseignants-chercheurs de l'ENSIL-ENSCI et spécialistes de l'Institut de Céramique Française (ICF)

### PARTENAIRES

**ensil-ensci** ÉCOLE  
D'INGÉNIEURS  
DE LIMOGES

### RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTION

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

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

mail : formation@insavlor.fr

Préinscription sur formation.insavlor.fr

Accueil des personnes en situation de handicap nécessitant un besoin spécifique d'accompagnement : nous contacter à l'inscription



### ÉVALUATION ET RÉSULTATS

## **Évaluation des acquis de la formation**

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation, par un questionnaire contextualisé.

### **Taux de réussite**

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

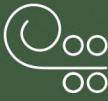
### **Évaluation de la satisfaction**

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

### **Résultats de l'évaluation**

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## MATÉRIAUX CÉRAMIQUES À HAUTES PERFORMANCES MÉCANIQUES ET THERMIQUES

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Etre capable de faire un choix de matériaux en fonction de sollicitations mécaniques et thermiques imposées

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Etre capable de faire un choix de matériaux en fonction de sollicitations mécaniques et thermiques imposées
- Optimiser sa mise en œuvre

### PUBLIC

- Techniciens ou Ingénieurs amenés à mettre en œuvre ou à utiliser des matériaux céramiques en milieu industriel

### PRÉREQUIS

- Niveau BAC + 2
- Connaissances de base sur les techniques d'élaboration des céramiques et des verres souhaitables

### CONTENU

#### PARTIE 1 - PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES

- Elasticité
- Rupture
- Fatigue statique et dynamique

#### PARTIE 2 - PROPRIÉTÉS THERMIQUES

- Dilatation
- Conductivité, diffusivité
- Capacité calorifique
- Techniques de caractérisation

#### PARTIE 3 - ANALYSE DES SOLlicitATIONS THERMOMÉCANIQUES

- Endommagement par contraintes d'origine thermique
- Résistance à la propagation des fissures
- Simulation numérique

#### PARTIE 4 - COMPORTEMENT À HAUTE TEMPÉRATURE

- Effets de la température sur les propriétés mécaniques
- Fluage

#### PARTIE 5 - NOTIONS SUR LES COMPOSITES CÉRAMIQUES

#### PARTIE 6 - GRANDES CLASSES DE CÉRAMIQUES THERMOMÉCANIQUES ET PRINCIPALES APPLICATIONS

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 24/03/2025 à 14h00 au 27/03/2025 à 12h00

**Frais pédagogiques individuels :** 1 560 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

3 jours (21 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Enseignants-chercheurs de l'ENSIL-ENSCI de Limoges

### PARTENAIRES



### 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



## **MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE**

Conférences et illustrations pratiques.

Un support de cours sera remis à chacun des participants.

## **ÉVALUATION ET RÉSULTATS**

### **Évaluation des acquis de la formation**

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation sous forme de questionnaire ouvert contextualisé

### **Taux de réussite**

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

### **Évaluation de la satisfaction**

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

### **Résultats de l'évaluation**

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## MATÉRIAUX CÉRAMIQUES ET PROCÉDÉS ASSOCIÉS POUR LES APPLICATIONS SOFC ET LA PRODUCTION D'HYDROGÈNE

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Développer les technologies du futur pour les matériaux minéraux et les procédés associés

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Connaître les nouvelles technologies en relation avec les piles à combustible et les matériaux céramiques utilisés pour la production de nouveaux vecteurs énergétiques

### PUBLIC

- Techniciens
- Ingénieurs

### PRÉREQUIS

- Avoir des notions en chimie et dans les procédés et matériaux céramiques

### CONTENU

#### PARTIE 1 - LES NOUVELLES TECHNOLOGIES LIÉES À LA PRODUCTION DE L'HYDROGÈNE

##### Procédés de vaporeformage du méthane en gaz de synthèse

- Catalyseurs - Matériaux supports du catalyseur
- Performances et perspectives

##### Membranes séparatrices d'oxygène ou d'hydrogène : notion de semi-perméat

- Nature des mécanismes de transport à travers les membranes
- Procédés utilisés pour la fabrication de membranes céramiques
- Performances et applications potentielles

#### PARTIE 2 - LES PILES À COMBUSTIBLE

- Qu'est qu'une pile à combustible ?
- Les céramiques dans les piles à combustible SOFC
- Fem / réactions d'électrode
- Matériaux traditionnels

#### PARTIE 3 - AXES DE DEVELOPPEMENT

### MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Exposés et illustrations par des exemples  
Un support de cours sera remis à chacun des participants.

### ÉVALUATION ET RÉSULTATS

#### Évaluation des acquis de la formation

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation, par un questionnaire ouvert contextualisé, une étude de cas et des exercices.

### SESSIONS

LIMOGES : du 11/06/2025 à 14h00 au 13/06/2025 à 12h00

Frais pédagogiques individuels : 1 160 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

2 jours (14 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Enseignants-chercheurs de l'ENSIL-ENSCI du département Céramique Industrielle et chercheurs de l'IRCE

### PARTENAIRES



### RENSEIGNEMENTS ET INSCRIPTION

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

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

mail : formation@insavvalor.fr

Préinscription sur formation.insavvalor.fr

Accueil des personnes en situation de handicap nécessitant un besoin spécifique d'accompagnement : nous contacter à l'inscription



**Taux de réussite**

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

**Évaluation de la satisfaction**

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

**Résultats de l'évaluation**

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## LES LIANTS ET MATERIAUX GEOPOLYMÈRES

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Savoir faire un liant géopolymère

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Appréhender les matières premières utilisées et les liants géopolymères

### PUBLIC

- Techniciens et ingénieurs concernés par les liants géopolymères

### PRÉREQUIS

- Notions de chimie et matériaux

### CONTENU

#### PARTIE 1 - DEFINITION DES LIANTS GEOPOLYMERES

- Matières premières minérales
- Solutions d'activation
- Mécanismes de polycondensation

#### PARTIE 2 - PROPRIETES ASSOCIEES AUX PROCEDES

- Isolation thermique/acoustique
- Résistance au feu
- Durabilité

#### PARTIE 3 - QUELQUES APPLICATIONS

#### PARTIE 4 - MISE EN PRATIQUE

- Réalisation de quelques échantillons

### MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Cours - Illustrations de cas concrets. Réalisation de quelques échantillons  
Un support de cours sera remis à chacun des participants.

### ÉVALUATION ET RÉSULTATS

#### Évaluation des acquis de la formation

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation par un questionnaire ouvert contextualisé, une étude de cas et une mise en situation.

#### Taux de réussite

90,6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

### SESSIONS

LIMOGES : du 16/06/2025 à 14h00 au  
17/06/2025

Frais pédagogiques individuels : 875 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

1,5 jour (10 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Enseignants-chercheurs de l'ENSIL-ENSCI du département Céramique Industrielle et de la faculté des sciences et techniques de l'université de Limoges

### PARTENAIRES



### 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



## **Évaluation de la satisfaction**

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

### **Résultats de l'évaluation**

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



# TECHNIQUES DE CARACTÉRISATION DES MATERIAUX CÉRAMIQUES

## COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Etre capable de choisir une technique en fonction des produits à caractériser

## OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Etre capable de choisir une technique en fonction des produits à caractériser
- Participer à sa mise en œuvre et interpréter les résultats

## PUBLIC

- Techniciens supérieurs ou ingénieurs amenés à utiliser des techniques de caractérisations microstructurales adaptées aux matériaux et aux produits céramiques : microscopie électronique, analyse d'image, diffraction de rayons X

## PRÉREQUIS

- Niveau BAC+2

## CONTENU

### PARTIE 1 - PRÉSENTATION DES PRINCIPALES TECHNIQUES DE CARACTÉRISATION UTILISÉES POUR LA MAÎTRISE DES PROCÉDÉS DE MISE EN OEUVRE DES CÉRAMIQUES

### PARTIE 2 - CARACTÉRISATION DES POUDRES

- Morphologie des poudres
- Granulométrie
- Surface spécifique
- Mesures des densités - Porosimétrie

### PARTIE 3 - CARACTÉRISATION DES SUSPENSIONS CÉRAMIQUES

### PARTIE 4 - CARACTÉRISATIONS STRUCTURALES ET MICROSTRUCTURALES

- Microscopie électronique à balayage
- Diffraction des rayons X

### PARTIE 5 - CARACTÉRISATIONS CHIMIQUES

- Analyse élémentaire par dispersion en énergie (EDS)

### PARTIE 6 - ANALYSES THERMIQUES (ATG, ATD)

### PARTIE 7 - CARACTÉRISATION DES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DES CÉRAMIQUES PAR MÉTHODES CONVENTIONNELLES (élasticité et contrainte à la rupture)

### PARTIE 8 - CONTRÔLES NON DESTRUCTIFS

## SESSIONS

**LIMOGES :** du 15/09/2025 à 14h00 au 19/09/2025 à 12h00

**Frais pédagogiques individuels :** 2 060 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

## DURÉE

4 jours (28 heures)

## ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Enseignants-chercheurs de l'ENSIL-ENSCI

## PARTENAIRES



ÉCOLE  
D'INGÉNIEURS  
DE LIMOGES

## 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



**N.B. : Il sera possible de travailler sur ses propres échantillons**

## **MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE**

Exposés et travaux pratiques.

Un support de cours sera remis à chacun des participants

## **ÉVALUATION ET RÉSULTATS**

### **Évaluation des acquis de la formation**

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation, par un questionnaire ouvert contextualisé.

### **Taux de réussite**

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

### **Évaluation de la satisfaction**

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

### **Résultats de l'évaluation**

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## FRAGMENTATION DE MATIÈRES PREMIÈRES CÉRAMIQUES

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Connaître les méthodes de concassage et de broyage des matériaux céramiques

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Connaître les méthodes de concassage et de broyage des matériaux céramiques
- Savoir comment choisir les paramètres de broyage d'une matière première céramique en fonction de ses caractéristiques initiales et de ses caractéristiques finales souhaitées
- Connaître des outils pour déterminer les indices de broyabilité de matériaux minéraux

### PUBLIC

- Techniciens supérieurs ou ingénieurs concernés par la mise au point et l'optimisation des émaux et de leur application

### PRÉREQUIS

- Notions concernant les matériaux minéraux (nature chimique, domaines d'utilisation...)

### CONTENU

#### PARTIE 1 - THÉORIE DU BROYAGE

- Rappels concernant les matériaux céramiques
- Théorie de Griffith
- Modes de fragmentation

#### PARTIE 2 - TECHNIQUES DE CONCASSAGE

- Techniques fonctionnant par écrasement
- Techniques fonctionnant par impact

#### Cas concret : concassage d'une argile

#### PARTIE 3 - TECHNIQUES ET RÉGLÉS DE BROYAGE

- Techniques utilisant des corps broyants et règles de broyage associées
- Techniques utilisant des corps broyants : zoom sur l'attrition
- Autres techniques de broyage (par éclatement et par écrasement)

#### PARTIE 4 - OPTIMISATION DU BROYAGE EN VOIE LIQUIDE

- Dispersion
- Autres additifs de broyage

#### PARTIE 5 - VISITE D'ENTREPRISE

#### PARTIE 6 - TRAVAUX PRATIQUES

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 08/12/2025 à 14h00 au 10/12/2025 à 12h00

**Frais pédagogiques individuels :** 1 120 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

2 jours (14 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

J. Bourret (MCF), A. Aimable (MCF), P-M-Geffroy (DR CNRS)

### PARTENAIRES



### 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



**Matériel :** broyeur planétaire, EMAX, attriteur, concasseur à mâchoires, concasseur à percussion

## MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Alternance entre apports de connaissance et traitement d'exemples pratiques permettant de s'approprier les principes.

Un support de cours sera remis à chacun des participants.

## ÉVALUATION ET RÉSULTATS

### Évaluation des acquis de la formation

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation par un questionnaire ouvert contextualisé.

#### Taux de réussite

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

#### Évaluation de la satisfaction

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

#### Résultats de l'évaluation

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## FRITTES, PIGMENTS, ÉMAUX ET TECHNIQUES D'ÉMAILLAGE

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Mettre au point un émail avec et sans fritte

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Mettre au point un émail avec et sans fritte
- Mettre au point un pigment et une coloration d'un émail avec et sans pigments
- Connaître les propriétés essentielles d'un émail et comment on peut les modifier
- Prendre connaissance et pratiquer quelques procédés d'application d'un émail
- Disposer des connaissances pour remédier aux problèmes d'un émail

### PUBLIC

- Techniciens supérieurs ou ingénieurs concernés par la mise au point et l'optimisation des émaux et de leur application

### PRÉREQUIS

- Niveau de formation initiale de type BAC +2
- Connaissances de base (théoriques et/ou pratiques) en chimie des matériaux souhaitables

### CONTENU

#### PARTIE 1 - INTRODUCTION

- Généralités et définitions
- Classification des émaux

#### PARTIE 2 - ÉTAT VITREUX, VERRE ET RÔLE DES CONSTITUANTS D'UNE MATRICE VITREUSE

- Le verre et l'état vitreux, notion d'ordre - désordre
- Oxydes formateurs et modificateurs de réseaux
- Détermination de la structure d'un verre
- Transition vitreuse, Tg
- Propriétés physico-chimiques des verres

#### PARTIE 3 - MISE AU POINT DE FORMULATIONS DES FRITTES/ÉMAUX

- Représentations d'une formulation d'émail/fritte
- Prédiction de caractéristiques d'un émail et formulation stœchiométrique (Formule de Seger)
- Constituants d'une formulation d'émail et matières premières sources de ces constituants

#### PARTIE 4 - FABRICATION DES FRITTES, PIGMENTS ET ÉMAUX

##### Fabrication des émaux crus

- Exemple d'émaux crus à base de matières premières naturelles
- Etapes de préparation

##### Fabrication des frites

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 29/09/2025 à 14h00 au 02/10/2025 à 12h00

**Frais pédagogiques individuels :** 1 540 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

3 jours (21 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Youssef EI HAFIANE (MCF, HDR), Gaëlle DELAIZIR (MCF, HDR)

### PARTENAIRES



### 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



- Compositions de frites
- Intérêts d'utilisation des frites pour la préparation des émaux
- Etapes de préparation d'une frite
- Préparation d'un émail à base d'une fritte

#### **Coloration des émaux et pigments**

- Coloration des émaux à partir des oxydes
- Coloration des émaux par des pigments
- Fabrication des pigments
- Opacification des émaux

### **PARTIE 5 - PROPRIÉTÉS DES ÉMAUX**

#### **Acidité/Aspect d'un émail**

- Calcul de l'acidité d'un émail
- Aspect (brillant, mat, cristallisé) et acidité

#### **Accord dilatométrique support/émail**

- Calcul et mesure du coefficient de dilatation d'un émail
- Accord dilatométrique entre un émail et un support et son impact sur la qualité d'un émail

#### **Tension superficielle**

- Mise en évidence de la tension superficielle d'un émail
- Calcul de la tension superficielle d'un émail
- Influence de la tension superficielle sur la qualité d'un émail

#### **Viscosité/Nappage**

- Viscosité et qualité d'un émail
- Paramètre d'influence sur la viscosité d'un émail

#### **Module d'élasticité**

- Influence du module d'élasticité sur la qualité d'un émail

### **PARTIE 6 - PROCÉDÉS D'APPLICATION D'UN ÉMAIL**

- Application d'un émail par trempage
- Application par pistolet

### **PARTIE 7 - DÉFAUTS ET REMÈDES D'UN ÉMAIL**

- Exemple de défauts des émaux : tressaillage, écaillage, bullage, défaut de nappage...
- Remèdes des défauts précités

## **MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE**

Cours, illustrations pratiques

Un support de cours sera remis à chacun des participants.

## **ÉVALUATION ET RÉSULTATS**

#### **Évaluation des acquis de la formation**

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation par un questionnaire ouvert contextualisé.

#### **Taux de réussite**

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

#### **Évaluation de la satisfaction**

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

#### **Résultats de l'évaluation**

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années



## VERRE ET TECHNOLOGIE VERRIÈRE

### COMPÉTENCE PRINCIPALE VISÉE

- Acquérir une vue d'ensemble sur les procédés d'élaboration et de traitements des verres traditionnels et techniques

### OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

- Acquérir une vue d'ensemble sur les procédés d'élaboration et de traitements des verres traditionnels et techniques
- Etre capable de dialoguer avec des spécialistes

### PUBLIC

- Techniciens ou ingénieurs concernés par l'élaboration, la caractérisation ou l'utilisation de produits verriers

### PRÉREQUIS

- Niveau BAC requis
- Connaissances en chimie souhaitées

### CONTENU

#### PARTIE 1 - GÉNÉRALITÉS SUR LES VERRES

- Définition du verre
- La transition vitreuse, Tg
- Notion d'ordre – désordre
- Principales propriétés (mécaniques, optiques, chimiques) et applications
- Evaluation de la viscosité du verre en fonction de la température et de la composition chimique
- Les verres vs les céramiques transparentes

#### PARTIE 2 - LES MATIÈRES PREMIÈRES

- Formulation des verres suivant le domaine d'application
- Rôle spécifique des différents oxydes vis-à-vis des propriétés physico-chimiques

#### PARTIE 3 - LA FABRICATION

- Principaux paramètres à prendre en compte (viscosité, tension superficielle, etc)
- Préparation du mélange vitrifiable
- Elaboration / affinage
- Formage
- Recuisson
- Finition
- La couleur dans les verres
- Vers l'impression 3D de verre

#### PARTIE 4 : LES FOUS VERRIERS

- Les différents types de fours
- Stades de fusion du verre dans un four à bassin
- Processus physico-chimiques dans la fusion verrière

### SESSIONS

**LIMOGES :** du 01/12/2025 à 14h00 au  
04/12/2025 à 12h00

**Frais pédagogiques individuels :** 1 540 € H.T.

\* Repas inclus

L'ouverture de la session est conditionnée par un nombre minimum de participants.

### DURÉE

3 jours (21 heures)

### ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE

Gaëlle DELAIZIR (MCF, HDR)

### PARTENAIRES



ÉCOLE  
D'INGÉNIEURS  
DE LIMOGES

### 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



## PARTIE 5 - LES ÉMAUX

- Généralités
- Elaboration des émaux avec et sans frites
- Coloration des émaux avec et sans pigments
- Propriétés des émaux (acidité, coefficient de dilatation, tension superficielle, viscosité...)
- Procédés d'application
- Défauts des émaux et remèdes

## PARTIE 6 - LES TRAITEMENTS DE SURFACE

- Mécanisme de recuisson
- Trempe
- Echange ionique

## PARTIE 7 - LES VITROCÉRAMIQUES

- Définition
- Considérations thermodynamiques
- Nucléation homogène/hétérogène
- Synthèse/préparation des vitrocéramiques
- Applications industrielles

## PARTIE 8 - LES FIBRES OPTIQUES

- Définition, principe et guidage de la lumière
- Elaboration des préformes (MCVD, Stack and Draw, multimatériaux) et fibrage
- Applications

## MOYENS ET MÉTHODE PÉDAGOGIQUE

Cours, Travaux pratiques et visite d'entreprise + tour de fibrage (XLIM)

Un support de cours sera remis à chacun des participants.

## ÉVALUATION ET RÉSULTATS

### Évaluation des acquis de la formation

Evaluation des acquis des apprenants réalisée en fin de formation, par un questionnaire ouvert contextualisé.

### Taux de réussite

90.6% des apprenants ont acquis la compétence principale visée

Résultat obtenu pour 435 participants évalués ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

### Évaluation de la satisfaction

Evaluation du ressenti des participants en fin de formation (Niveau 1 KIRKPATRICK)

### Résultats de l'évaluation

Le niveau de satisfaction globale est évalué à 4.4/5 par les participants.

Evaluations réalisées auprès des 1045 participants ayant suivi une formation dans la thématique sur les 5 dernières années

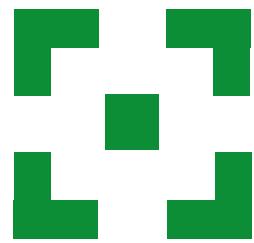
# MODALITES ET INFOS PRATIQUES

## Les bulletins d'inscription

sont disponibles en ligne sur le site d'INSAVALOR

INSAVALOR  
Service Accueil, Gestion des stages  
Courriel : formation@insavvalor.fr  
Tél : 04 72 43 84 00

Contact ENSIL-ENSCI  
Courriel : elsa.thune@unilim.fr  
Tél : 05 87 50 23 28  
ou Tél : 05 87 50 25 03



## Lieu des stages

ENSIL-ENSCI - Centre Européen de la Céramique  
12, rue Atlantis - 87068 Limoges Cedex  
Tél : 05 87 50 23 00



Université  
de Limoges

ENSIL-ENSCI - 16, rue Atlantis - 87068 Limoges Cedex - FRANCE

Tél : + 33 (0) 5 55 42 36 70

[www.ensil-ensci.unilim.fr](http://www.ensil-ensci.unilim.fr)