



# Induction et traitement thermique par induction

**Comment optimiser le design d'un inducteur ? Quel est l'impact du chauffage sur les pièces ? Quelle fréquence de courant appliquer ? Comment contrôler la température dans la section des pièces ? Comment optimiser la puissance consommée par les générateurs ? Vous souhaitez maîtriser vos procédés de chauffage par induction, cette formation est faite pour vous !**

Après quelques rappels théoriques, vous apprendrez à mettre en données la simulation du chauffage d'un lopin statique ou passant à travers un inducteur. Vous analyserez l'impact du design de l'inducteur, de la présence de concentrateurs, de différents réglages du générateur. L'accent sera ensuite mis sur l'analyse structurale des matériaux en abordant le traitement

thermique par induction. Vous saurez prédire les zones thermiquement affectées et utiliser des inducteurs mobiles ou statiques. Ces connaissances approfondies des phénomènes thermiques et électromagnétiques vous permettront d'optimiser vos procédés de chauffage.

## NIVEAU

**Avancé - Utilisateurs souhaitant renforcer leurs compétences dans la simulation de la chauffe par induction appliquée à la forge ou au traitement thermique.**

## PRÉREQUIS

**Disposer des connaissances en science des matériaux ou en technologie d'induction. Avoir de bonnes bases dans l'utilisation de FORGE® sont requises. Avoir suivi la formation "Débuter avec FORGE®" ou équivalent.**

## OBJECTIFS

- Comprendre les modèles théoriques implémentés pour le procédé d'induction : équations de Maxwell, résolution thermique et algorithme de couplage
- Savoir définir et modifier les différents paramètres procédé pouvant influencer sur l'efficacité du chauffage (intensité et fréquence du courant entrant)
- Maîtriser la technique d'immersion de maillage
- Simuler le chauffage par induction avant forgeage ou avant traitement thermique
- Déterminer la profondeur de chauffe et évaluer la dimension de la zone thermiquement affectée
- Éviter les défauts et améliorer la qualité de la pièce manufacturée
- Optimiser les paramètres du générateur afin de réduire les coûts énergétiques et augmenter la productivité

## AUTRES FORMATIONS CONSEILLÉES

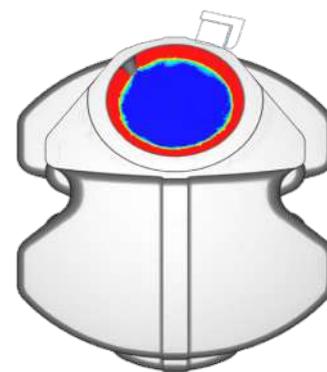
- FORGE® - Optimisation automatique

DURÉE	DATES 2024		
2 jours	14-15 mars	11-12 juillet	21-22 novembre

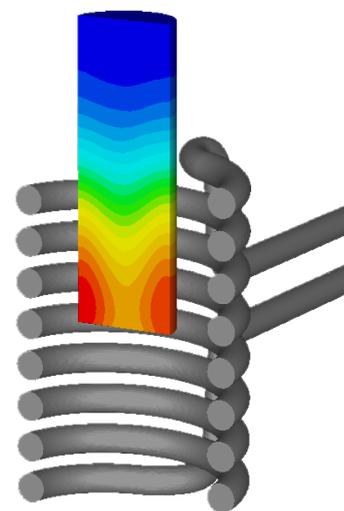
FORMATION	PRIX HT	PARTICIPANTS
Inter-entreprises	1500 €/personne	3 à 8 personnes
Intra-entreprise	3200 €/formation	1 à 3 personnes

**JOUR 1 >** 08h30 - 12h00 et 13h30 - 17h00

<b>Introduction</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Présentation de Transvalor</li> <li>Objectifs de la formation</li> </ul>
<b>Modélisation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equations de Maxwell</li> <li>Equations de la thermique</li> <li>Couplage entre les deux équations</li> <li>Propriétés : résistance électrique, perméabilité magnétique, épaisseur de peau...</li> <li>Couplage avec la métallurgie</li> </ul>
<b>Chauffage par induction (tutoriel)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calcul électromagnétique                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Définition de l'entrée et la sortie du courant</li> <li>Définition du maillage de l'environnement "maillage de l'air"</li> <li>Création du maillage global</li> <li>Maillage adapté à l'épaisseur de peau</li> <li>Vérification de la qualité du maillage global</li> </ul> </li> <li>Calcul thermique                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Définition du lopin</li> <li>Paramètres de la simulation : stockage, temps de chauffe, couplage avec le calcul électromagnétique</li> </ul> </li> <li>Lancement du calcul                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Chainage en activant l'option "en boucle"</li> <li>Chainage des simulations d'induction et de forgeage</li> </ul> </li> <li>Analyse des résultats                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Evolution de la température, champ magnétique, potentiel magnétique, courant induit</li> <li>Afficher un champ sur une iso-volume</li> </ul> </li> </ul>



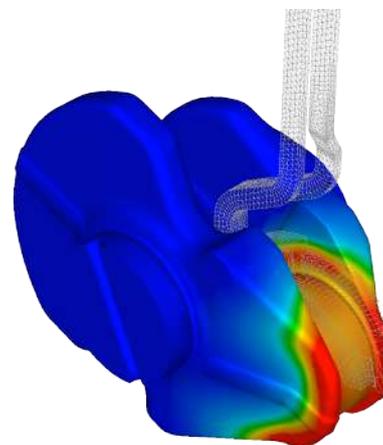
Formation d'austénite durant l'induction



Température du lopin durant le chauffage par induction

**JOUR 2 >** 08h30 - 12h00 et 13h30 - 17h00

<b>Symétrie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comment modéliser la symétrie</li> <li>Conditions aux limites des équations de Maxwell</li> </ul>
<b>Induction avec mouvement de la pièce ou de l'inducteur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mouvement continu ou pas à pas</li> <li>Application : plusieurs lopins se déplaçant à l'intérieur de l'inducteur</li> </ul>
<b>Traitements par induction</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cinématique appliquée à l'inducteur et/ou aux concentrateurs</li> <li>Exercice : chauffage par induction suivi d'une trempe ou processus de durcissement</li> <li>Analyse de la zone affectée thermiquement (ZAT)</li> <li>Changement de phase et amélioration des propriétés mécaniques (dureté de surface...)</li> </ul>
<b>Nouvelles fonctionnalités</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Auto-induction</li> <li>Différents types de pilotage : potentiel constant (RMS) ou variable, intensité courante (RMS) ou variable, utilisation des circuits électriques liant le potentiel et l'intensité au niveau de l'inducteur (générateurs, circuits RLC, etc.)</li> <li>Champ induction stationnaire</li> <li>Multi-inducteurs ayant la même fréquence</li> </ul>
<b>Conclusion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Questions diverses et évaluation de la formation</li> </ul>



Avec l'autorisation de Stellantis et EFD Induction