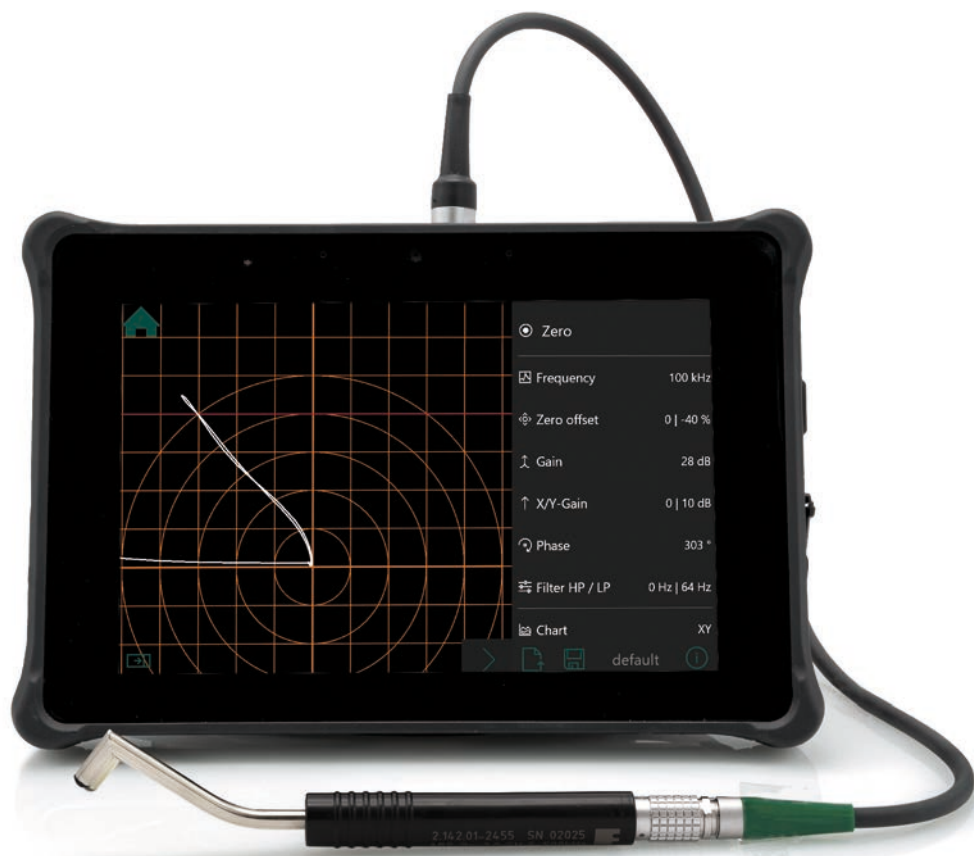


# TCM 2.142

Appareil universel mobile pour le contrôle non destructif par courants de Foucault



proof.

## L'entreprise

**FOERSTER est un leader technologique mondial pour le contrôle non destructif de matériaux métalliques. Entreprise « Hidden Champion », FOERSTER collabore étroitement avec ses clients du monde entier, au moyen de son réseau étendu de onze filiales et de représentants qualifiés dans plus de 60 pays.**

### **FOERSTER – Unité commerciale MT (MOBILE TESTING)**

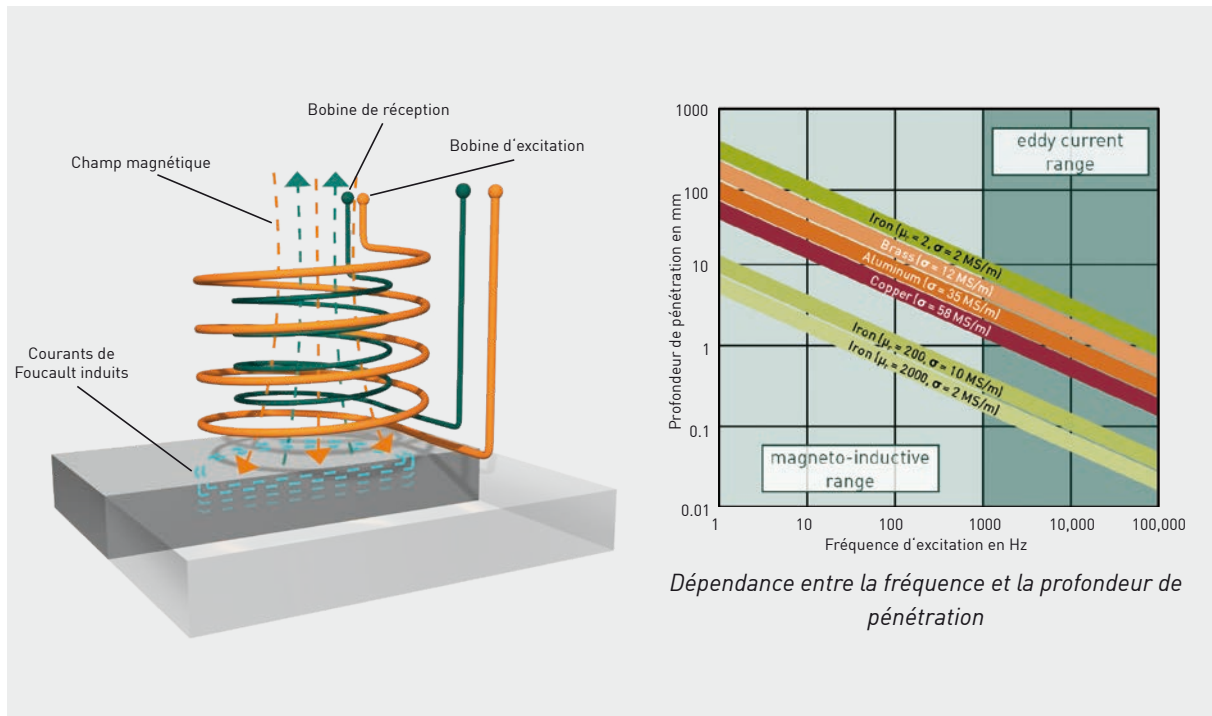
L'unité commerciale MT se spécialise dans les appareils et systèmes mobiles et portables, pour le contrôle et la mesure manuels et semi-automatiques de composants importants pour la sécurité. Ces appareils compacts sont utilisés dans les secteurs de la maintenance aérospatiale, de l'automobile, de l'énergie et de la chimie, ainsi que dans le génie mécanique et industriel. Afin d'assurer des résultats optimaux, une large gamme de capteurs adaptés à différentes géométries est disponible pour la détection de fissures : par exemple, bobines de contrôle encerclantes pour des composants à symétrie de rotation, sondes pour des surfaces de forme simple ou complexe, et sondes rotatives pour des trous.

Les courants de Foucault peuvent également être utilisés pour déterminer la conductivité électrique de composants métalliques.

Autre activité centrale importante de l'unité MT, la mesure de dureté fixe et/ou mobile, au moyen des méthodes UCI et Leeb qui sont généralement considérées non destructives. Comme les sondes et capteurs de mesure sont compacts, les appareils peuvent également être utilisés dans des positions difficiles à atteindre et sur des composants de forme complexe. Les domaines d'application incluent l'inspection de produits entrants, l'exclusion de mélanges de matériaux, le contrôle de la production, l'assurance qualité, la vérification de cordons de soudure et de bords découpés, la maintenance de composants installés et (au lieu d'utiliser des appareils de mesure de dureté dynamiques) la mesure de couches métalliques d'une épaisseur inférieure à 5 mm comme des chaudières ou des tubes.



## Contrôle et mesure par courants de Foucault



Le fonctionnement en toute sécurité des avions, trains ou centrales électriques serait inenvisageable sans une maintenance régulière, qui inclut aussi le contrôle non destructif d'emplacements critiques et des inspections à 100 % de ces composants et structures.

### La méthode des courants de Foucault

D'après la norme DIN EN ISO 15548, la méthode des courants de Foucault est un moyen non destructif et sans contact de contrôler des matériaux métalliques.

Une bobine parcourue d'un courant électrique, placée à la surface d'un composant, produit des courants de Foucault au moyen de son champ électromagnétique alternatif. La présence de défauts ou d'irrégularités modifie le comportement de ces courants de Foucault, et donc l'impédance de la bobine. De telles différences de tension permettent de vérifier des échantillons pour déterminer les matériaux qui les composent, de contrôler s'ils ont fait l'objet d'un traitement thermique, de détecter des fissures et de mesurer l'épaisseur résiduelle.

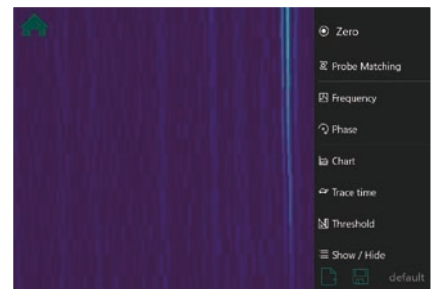
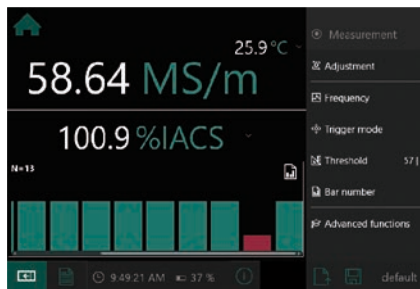
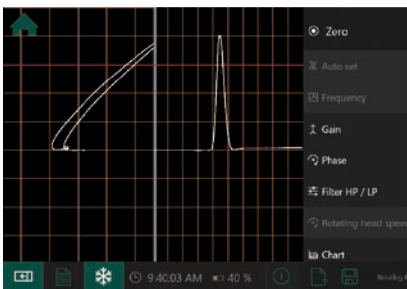
### La fréquence de contrôle : un facteur décisif

Il peut être difficile de sélectionner la fréquence de contrôle appropriée à une application donnée. En effet, la fréquence de contrôle, associée à la conductivité électrique et à la perméabilité magnétique du matériau, influence considérablement la profondeur de pénétration des courants de Foucault.

Le choix de la profondeur de pénétration correcte des courants de Foucault est essentiel à la réussite d'une application. Par exemple, lors de la mesure de l'épaisseur résiduelle d'une plaque en aluminium, la fréquence doit être suffisamment faible pour que le matériau soit entièrement pénétré. Lors de la mesure de conductivité, vous devez vérifier que l'épaisseur du matériau est au moins trois fois celle de la profondeur de pénétration des courants de Foucault. Si tel n'est pas le cas, des erreurs de mesure se produisent. Pour la détection de fissures, une fréquence élevée est sélectionnée pour les petites fissures, car cette fréquence élevée entraîne une faible profondeur de pénétration et donc une résolution spatiale élevée.

Grâce à la nouvelle plateforme TCM de FOERSTER, un seul appareil suffit pour toutes ces applications différentes.

## TCM 2.142 : une seule plateforme pour toutes vos tâches de contrôle par courants de Foucault



### Conçu pour une utilisation polyvalente

Le contrôle mobile nécessite souvent des systèmes de contrôle variés. Le nouveau TCM polyvalent de FOERSTER sert de plateforme unifiée pour des produits établis de contrôle par courants de Foucault.

Le contrôle à basse fréquence (BF) et pénétration profonde du DEFECTOSCOP, pour la mesure de l'épaisseur résiduelle, et le contrôle à haute fréquence (HF) du DEFECTOMETER, pour la détection des fissures les plus petites, sont désormais intégrés dans un seul appareil. La plateforme TCM couvre également la mesure de conductivité de matériaux non ferromagnétiques.

L'interface tactile intuitive vous permet de sélectionner chaque tâche au moyen des applications correspondantes. La reconnaissance automatique des sondes vous aide à régler les paramètres optimaux de contrôle et de mesure, afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles.

### Modules logiciels disponibles

- **DEFECTOSCOP** : contrôle universel par courants de Foucault, avec sondes rotatives HF et BF.
- **SIGMATEST** : mesure de la conductivité électrique de métaux non ferromagnétiques.
- **ECA (Eddy Current Array)** : contrôle par courants de Foucault au moyen de sondes multi-éléments ayant jusqu'à 512 voies.

### Destiné à des applications très variées

Grâce à sa conception robuste et à tous ses modules fonctionnels associés, le TCM est une solution unique pour les applications suivantes, par exemple:

- **Tri** : séparation de composants, selon les matériaux qui les composent ou selon leur dureté.
- **Mesure de conductivité**, par exemple sur les structures d'avions.
- **Contrôle de fissures sur les ponts et rails**
- **Contrôle de fissures sur les surfaces rectifiées** : détection de fissures à partir d'une profondeur de 20 µm.

## Contrôle universel par courants de Foucault avec le DEFECTOSCOP



### Les avantages

- **Contrôle par courants de Foucault avec des applications rotatives, HF, BF, etc.** pour des tâches de contrôle très variées, avec vos propres capteurs ou des capteurs adaptés par FOERSTER.
- **C-scan** : les données provenant d'une sonde rotative manuelle peuvent être affichées sous forme de C-scan de haute résolution.
- **Inspection multifréquence avec jusqu'à 8 fréquences** pour détecter des discontinuités à différentes profondeurs de matériau en un seul passage ou pour réduire les interférences grâce au mélange de fréquences.
- **Traitement a posteriori de données de courants de Foucault « gelées »** : figez un signal de courant de Foucault, puis modifiez des paramètres comme le gain, la phase et les filtres passe-haut et passe-bas.
- **Sélection flexible de sonde** : connectez des capteurs très variés comme des sondes paramétriques, des sondes à émission/réception séparées ou des sondes à émission/réception non séparées.

### Contrôle par courants de Foucault classique dans la vue du plan d'impédance

Le module DEFECTOSCOP utilise tous les paramètres classiques d'un appareil de contrôle par courants de

Foucault universel et affiche les données de mesure dans le plan d'impédance. Un utilisateur travaillant en mode Expert peut personnaliser facilement la liste des paramètres disponibles et les stocker dans le programme de contrôle. Il est également possible de définir des favoris, afin que le module démarre rapidement la fois suivante. Lorsque l'utilisateur revient du mode Expert au mode Normal, la liste des paramètres et les réglages système passent en lecture seule, pour économiser du temps et du travail.

Si vous le souhaitez, vous pouvez ajouter plusieurs fréquences au programme de contrôle, afin d'effectuer un contrôle parallèle à différentes profondeurs de pénétration des courants de Foucault. Vous pouvez régler les coloris de représentation des fréquences comme souhaité.

Vous pouvez afficher les enregistrements de composants mis en rotation ou de sondes rotatives manuelles directement sous forme de C-scan de haute résolution : cela permet d'évaluer facilement la zone contrôlée et de la documenter complètement. Vous pouvez aussi enregistrer les données brutes du signal des courants de Foucault et les exporter pour une évaluation ultérieure sur un poste de travail informatique.

## Mesure de la conductivité électrique avec le SIGMATEST



### Les avantages

- **Plage de fréquences étendue** pour la mesure de différentes épaisseurs de matériaux.
- **Sondes blindées** pour mieux éviter les effets de bord.
- **Usure réduite** : sondes spécialement conçues avec une protection résistante en titane pour une longue durée de vie.
- **Maniement facile** : reconnaissance automatique des sondes et chargement des courbes de calibration correctes.

**Mesure de conductivité précise et fiable** : mesure de conductivité déterminant les propriétés physiques et techniques des matériaux. Idéal pour le contrôle qualité de produits manufacturés, le SIGMATEST peut également servir à déterminer la composition de matériaux et à trier les métaux, les alliages et la ferraille. D'autres applications incluent la détection de dommages thermiques, pour la maintenance des avions, ainsi que le contrôle des processus de production dans le secteur de la métallurgie.

Le module SIGMATEST est utilisé avec des sondes de conductivité spéciales, calibrées au moyen de cales de conductivité traçables conformément aux normes PTB/NIST ou NPL à 20 °C dans le laboratoire de calibration de FOERSTER. Les données de calibration sont stockées sur le capteur et récupérées par le TCM. Cela permet des mesures de conductivité exactes.

Une mesure isolée est déclenchée au toucher. Si un parcours de la surface est requis, les valeurs mesurées peuvent être produites en continu et affichées sur un diagramme en fonction du temps.

## Contrôle de larges surfaces avec l'ECA



### Les avantages

- **Contrôle de larges surfaces** avec jusqu'à 512 éléments de sonde en parallèle.
- **Maniement facile** : détection automatique des sondes et réglage des paramètres matériels correspondants.
- **Localisation des défauts** : résolution spatiale des données de courants de Foucault, pour un positionnement exact du défaut détecté.
- **Documentation complète** : enregistrement possible des images des courants de Foucault au format PNG ou PDF.

### Contrôle par courants de Foucault avec sondes multi-éléments

Lorsqu'il faut parcourir de larges surfaces, le contrôle par courants de Foucault classique peut nécessiter beaucoup de temps. De plus, le guidage manuel de la sonde risque de ne pas couvrir toute la surface. Grâce au module ECA, il est possible d'utiliser des sondes multi-éléments de forme appropriée et couvrant une large surface. Cela permet de parcourir de grandes surfaces rapidement et intégralement.

Les sondes multi-éléments sont constituées, par exemple, de plusieurs capteurs individuels alignés dans un boîtier. En connectant ainsi plusieurs capteurs, il est possible de parcourir une large surface avec la résolution de chaque capteur distinct.

## Sondes et cales de référence pour le contrôle et la mesure de conductivité par courants de Foucault

### La sonde correcte pour chaque application



Des éléments de sondes très variés, chacun avec ses propriétés spécifiques, sont disponibles pour la **détection de fissures**.

- **Sonde absolue** : ne dépend pas de la direction ; forte influence du matériau de base.
- **Sonde différentielle** : directionnelle (ne détecte pas les défauts longitudinaux) ; faible influence du matériau.
- **Sonde à bobinage croisé** : directionnelle (ne détecte pas les défauts à 45°) ; faible influence du matériau.

Chacun de ces éléments de sonde peut être incorporé dans des formes de sondes très variées. FOERSTER propose un large choix de capteurs standard, mais aussi des formes de capteurs personnalisées pour accéder aux positions de contrôle les plus difficiles à atteindre. De même, une sonde peut incorporer d'autres options, comme un guidage intégré ou une protection contre l'usure, par exemple en titane. Chaque élément de sonde peut aussi être construit sous la forme de sonde multiélément, avec jusqu'à 512 éléments intégrés.



Toutes les sondes disponibles pour le système éprouvé SIGMATEST 2.070 peuvent être utilisées pour la **mesure de conductivité** ; elles sont également proposées en version renforcée avec une protection en titane. Les diamètres suivants sont disponibles.

- 14 mm
- 8 mm
- 5 mm

### Cales de fissures et de référence, pour une meilleure précision



Pour le **contrôle des fissures**, la sensibilité du système de contrôle est réglée principalement au moyen de cales de fissures plates, constituées du matériau à contrôler. Comme la sensibilité du contrôle dépend de la qualité des cales, celles-ci doivent respecter les tolérances de dimensions les plus strictes. Afin d'assurer aussi la qualité après une mesure point par point, FOERSTER propose en option une détermination exacte des dimensions à l'aide d'un microscope laser.



La configuration de systèmes de contrôle avec des sondes rotatives pour le contrôle de fissures nécessite des cales, constituées là encore du matériau à contrôler, avec des trous représentatifs. Ces cales sont proposées sous deux variantes :

- **Cale de référence SCCS (fendue)**
- **Cale de référence CSRP (avec défaut artificiel)**



Des cales de référence de conductivité appropriées sont utilisées pour vérifier et configurer la **mesure de conductivité** avec le module SIGMATEST. La qualité du résultat de mesure final dépend directement de la qualité de la cale de référence. Par conséquent, même la matière première doit respecter des exigences strictes. Par exemple, elle doit avoir une structure homogène. FOERSTER propose des cales de référence de conductivité traçable à une mesure AC du NPL (National Physical Laboratory) et à une mesure CC du PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt).



## Gamme étendue d'accessoires pour des utilisations variées



### Tête rotative manuelle pour l'inspection d'alésages

La tête rotative manuelle conduit la sonde correspondante et transmet les signaux provenant du capteur à l'appareil de contrôle. La tête rotative manuelle de FOERSTER peut atteindre une vitesse de rotation de 3 000 tr/min.



### Station d'accueil pour étendre les fonctionnalités du TCM

La station d'accueil transforme le TCM en un poste de travail complet. Grâce au processeur Intel de hautes performances et au système d'exploitation Windows 10, l'environnement de travail est aussi familier que celui d'un ordinateur portable. Cette station d'accueil, associée à un écran et à un clavier séparés, transforme le TCM en un poste de travail pratique, permettant à l'utilisateur de rédiger et de modifier des rapports ou d'autres documents directement sur l'appareil.



### Autonomie prolongée avec des batteries supplémentaires

Vous pouvez charger les batteries sur un chargeur distinct ou directement sur le TCM. Grâce à une fonction de recharge rapide, la batterie est entièrement rechargée en quelques minutes seulement.



### Bandoulière pour vos déplacements

En cas d'interventions plus longues ou nécessitant des déplacements sur le site, FOERSTER propose une bandoulière confortable pour une utilisation mobile et mains libres.

### Équipement idéal, même dans des conditions difficiles

Le TCM est suffisamment robuste pour vous accompagner dans toute application sur le terrain. Les signaux s'affichent clairement sur l'écran tactile HD 8 pouces. Avec une intensité lumineuse de 800 nits, cet écran est facile à lire même en plein soleil. La conception robuste du TCM le protège contre les chutes de 1,5 m de hauteur et les températures élevées atteignant 50 °C. Grâce à son indice de protection IP 66, il résiste également aux forts jets d'eau.

Un mode vocal permet aussi d'exécuter des commandes comme le zéro ou le gel d'écran.



Découvrez des vidéos de base et d'opérateurs sur notre plateforme YouTube.

## Données Techniques

Caractéristiques du produit TCM – Caractéristiques générales	
Écran	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Écran tactile 8,0 po, 1280 x 800, 800 nits, lisible en plein soleil</li> <li>■ Mode d'utilisation avec ou sans gants</li> <li>■ Choix de différentes couleurs pour la vue des signaux</li> <li>■ Choix de vue grille ou vecteur</li> </ul>
Protection	IP 66, hauteur de chute 1,5 m
Poids	1,3 kg
Dimensions	234 x 157 x 51 mm (L x l x H)
Température	Plage de fonctionnement -20 °C à +50 °C
Alimentation électrique	Autonomie de la batterie : 6 h
Alimentation électrique, secteur	100 à 240 V, 50 à 60 Hz, 65 W
Alimentation électrique USB-C	5 V, 2 A (connexion à une batterie externe standard)
Batterie	7,6 V, 7 200 mAh
Caméra	Caméra arrière 8,0 Mpx, caméra avant 2,0 Mpx
Stockage	SSD 128 Go
Ports de connexion	LEMO 19 broches, Thunderbolt 4, USB 3.2 Gen2 (type C), lecteur microSD
Connectivité	Wi-Fi 6E, Bluetooth V5.2
Audio	Entrée/sortie audio (jack combo)
Documentation	Enregistrement/exportation de données brutes, captures d'écran, rapports
Système d'exploitation	Windows 10 LTSC (Canal de maintenance à long terme)
Aide incorporée	Informations disponibles dans chaque configuration et boîte de dialogue, pour une utilisation rapide et sûre
Langues	Anglais, allemand, espagnol, japonais, chinois, tchèque, italien, français ; autres langues sur demande

<b>Caractéristiques du produit TCM – Voie de contrôle</b>	
Plage de fréquences	4 Hz à 20 MHz, réglable par pas de 1 Hz
Multifréquence	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Jusqu'à 8 fréquences en parallèle</li> <li>■ Mélange de deux fréquences pour réduire les signaux parasites</li> </ul>
Filtre	Filtre passe-bas et filtre passe-haut 1 Hz à 20 000 Hz
Gain	-20 dB à +120 dB, par pas de 0,1 dB
Phase	0 à 360°, par pas de 0,1°
Gain X et Gain Y	0 à 60 dB, par pas de 0,1 dB
Décalage X/Y	-50/+50, par pas de 5 %
Reconnaissance de sonde	Réglage automatique de pré-amplificateur et courant de sortie max.
Pré-amplificateur	-18, -12, -6, 0, 6, 12, 18, 24, 30, 36 dB
Courant de sortie max.	400 mA (de crête), 10 V crête à crête
Résolution des données	32 bits
Fréquence d'échantillonnage	Jusqu'à 40 000 échantillons/seconde
Durée de trace	0,1 à 60 s, infinie, Sync-rot
Diagrammes	x/y, t, x/y + t, C-scan
Seuils	Lignes, cercle, rectangle, secteur
Mode Gel	Figé votre signal et réglez des paramètres comme le gain et la phase
Documentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Rapports PDF personnalisables</li> <li>■ Captures d'écran PNG</li> <li>■ Enregistrez des données brutes et chargez-les ensuite pour une analyse ultérieure</li> <li>■ Documentation automatique de tous les paramètres de courants de Foucault</li> </ul>
Technologie multi-élément	Jusqu'à 512 éléments de sonde
Sondes prises en charge	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tête et sondes rotatives (5 à 24 V)</li> <li>■ Toutes les sondes à émission/réception séparées (réflexion), p. ex. les sondes absolues, différentielles et paramétriques comme les sondes du DEFECTOMETER</li> <li>■ Sondes à émission/réception non séparées (résistance réglable 5, 25, 50, 100, 200 Ω)</li> <li>■ Des sondes d'autres fabricants sont compatibles avec le TCM</li> </ul>
Fréquence de mesure de la conductivité	60, 120, 240, 480 kHz
Précision de mesure de la conductivité	+/- 1,0 % de la valeur mesurée, à 60 kHz, sonde de 14 mm
Résolution de mesure de la conductivité	+/- 0,1 % de la valeur
Plage de mesure de la conductivité	0,5 à 65 MS/m (1 à 112 % IACS)
Assistants	Assistant de réglage automatique pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Configuration de sonde absolue et d'entrefer</li> <li>■ Réglage des filtres de sondes rotatives</li> </ul>
Normes respectées	DIN EN ISO 15548

foerstergroup.com



## Bureaux de vente et de support dans le monde



### Siège social

- Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG, Allemagne

### Subsidiaries

- FOERSTER Tecom, s.r.o., République tchèque
- FOERSTER France SAS, France
- FOERSTER Italia S.r.l., Italie
- FOERSTER U.K. Limited, Royaume-Uni
- FOERSTER (Shanghai) NDT Instruments Co., Ltd., Chine
- FOERSTER Instruments India Pvt. Ltd., Inde
- FOERSTER Japan Limited, Japon
- NDT Instruments Pte Ltd, Singapour
- FOERSTER Middle East, EAU
- FOERSTER Instruments Inc., États-Unis

Le groupe FOERSTER est présent, au moyen de ses filiales et représentants, dans plus de 60 pays dans le monde entier.

### FOERSTER FRANCE SAS

#### Bâtiment A

8 route des Bois  
38500 VOIRON France  
+33 (0)4 76 05 57 01  
info.fr@foerstergroup.com

