

MCR 702

**MultiDrive
Rhéomètre**





Une révolution dans la rhéométrie

Le MCR 702 MultiDrive est le rhéomètre le plus polyvalent, conçu pour fonctionner dans tous les modes de test standard connus et prêt à être équipé d'une unité d'entraînement inférieure supplémentaire. Cette conception modulaire permet au MCR 702 MultiDrive de réaliser des essais rhéologiques avec deux capteurs de couple et deux unités d'entraînement simultanément, de manière suffisamment souple et précise pour fournir les résultats souhaités. Il n'y a aucune limitation concernant les modes de test utilisés, les systèmes de mesure, les accessoires et les dispositifs de température, ni concernant la précision des mesures. En résumé, il s'agit du système de choix couvrant toutes les applications rhéologiques possibles.



Tout cela est rendu possible grâce aux différents modes

Configuration avec un moteur EC

Cette configuration vous offre la vaste gamme des options d'application bien connues des rhéomètres MCR.

Dans cette configuration, le MCR 702 fonctionne en mode capteur moteur combiné (CMT). En utilisant un seul bloc moteur EC soutenu par palier à air, vous pouvez tirer le meilleur parti de la fonctionnalité TruStrain™ du moteur et effectuer des tests « classiques » en contrainte contrôlée. L'option de contrôle de la vitesse de cisaillement ou de la contrainte de cisaillement vous ouvre les portes de très nombreuses applications spécifiques aux rhéomètres à un moteur. Le MCR 702 à un moteur est prêt à être équipé avec n'importe quel dispositif de température et accessoire spécifique à l'application dont vous avez besoin.

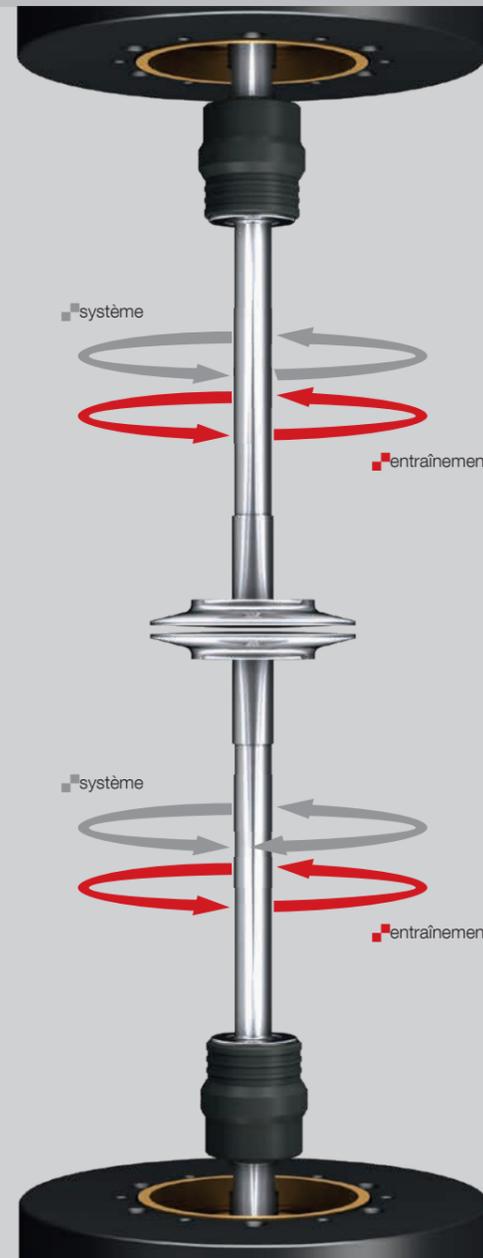


Configuration avec deux moteurs EC

Cette configuration brevetée (brevet US 8 453 496) change les règles du jeu dans le monde de la rhéométrie en vous permettant d'explorer des voies radicalement nouvelles dans le domaine des tests rhéologiques.

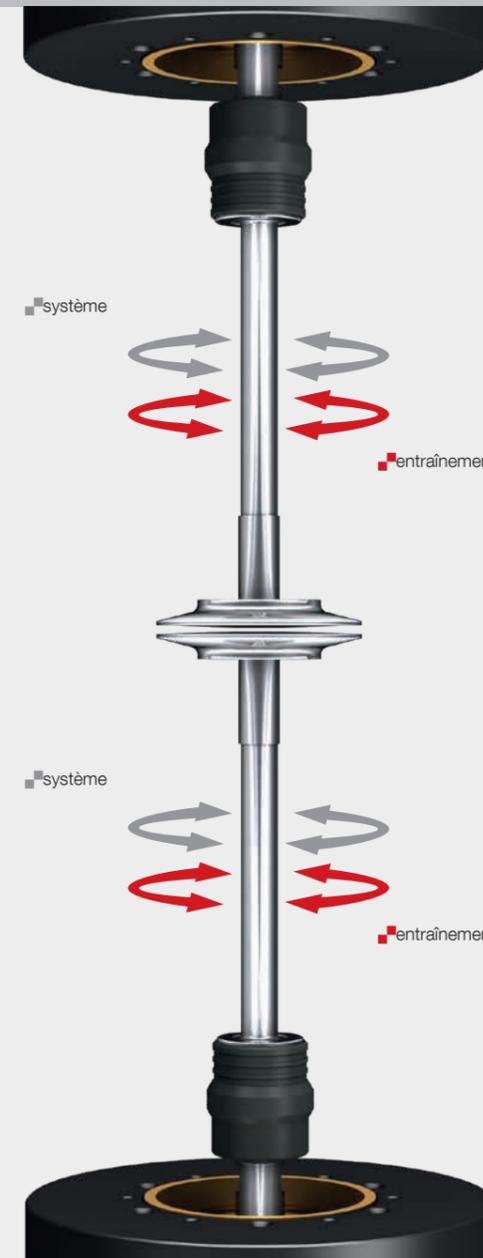
Le mode contre-rotation

En mode contre-rotation, le MCR 702 utilise les deux moteurs EC soutenus par palier à air à la fois comme unités d'entraînement et comme capteurs de couple. Les deux moteurs sont facilement configurés pour tourner dans des directions opposées, la vitesse préréglée étant divisée et partagée. Cette contre-rotation peut être utilisée pour créer un plan de stagnation fixe dans un échantillon, qui devient alors plus facile à étudier au microscope. Ce mode est également employé avec un accessoire extensionnel universel (UXF) pour réaliser des essais d'extension jusqu'à des couples mesurés minimaux. En ce qui concerne la vitesse, le mode contre-rotation « double simplement le score » pour atteindre une différence de vitesse maximale de 6000 tr/min.



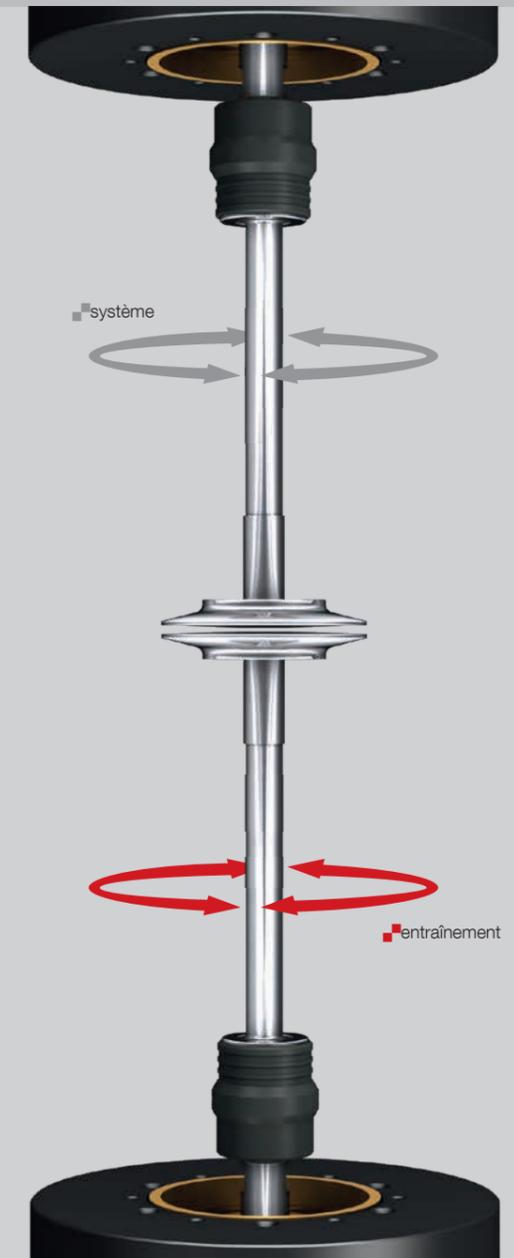
Le mode contre-oscillation

En mode contre-oscillation, le MCR 702 fonctionne aussi avec deux moteurs comme unités d'entraînement et capteurs de couple, tout en réalisant un mouvement de contre-oscillation. Cela signifie que la déformation réglée est divisée également entre les deux moteurs, de telle sorte qu'ils se déplacent chacun de la moitié de la déformation réglée tout en conservant la même fréquence. Par rapport au mode CMT, ce mouvement vous permet de mesurer à des niveaux de déformation supérieurs dans l'échantillon, afin de caractériser des échantillons qui exigent des couples situés aux limites maximales du moteur EC. En outre, le mouvement crée un plan de stagnation dans l'oscillation qui peut être utilisé dans le cadre de recherches optiques.



Le mode capteur moteur séparé

Le mode capteur moteur séparé (SMT) vous permet d'utiliser les moteurs de manière plus synchronisée, en définissant pour chacun d'eux des « exigences différentes ». Grâce à la précision remarquable des moteurs EC, il est facile d'en placer un dans une position fixe et de le faire fonctionner uniquement comme capteur de couple, tandis que l'autre moteur fonctionne uniquement comme unité d'entraînement. Cela fait du MCR 702 le meilleur rhéomètre SMT disponible sur le marché pour la réalisation de tests en rotation et en oscillation à des niveaux de couple et de force normale inégalés, atteints uniquement par les moteurs EC d'Anton Paar.



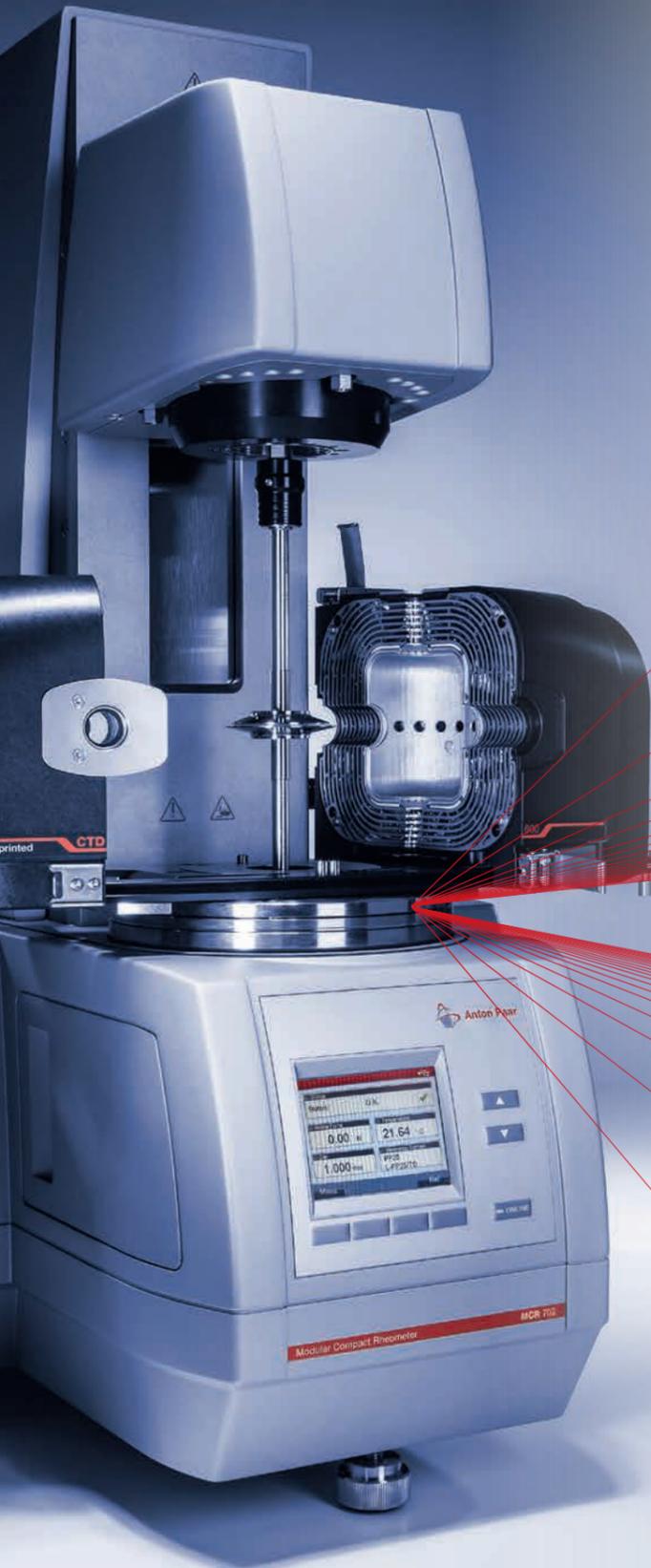
IsoLign™ : la précision à l'échelle du nanomètre

Le MCR 702 MultiDrive offre une précision à l'échelle du nanomètre sur plusieurs mesures, telles que celles de couples faibles jusqu'à un minimum de 0,5 nNm et le contrôle de déviations angulaires jusqu'à 50 nrad.

Cette précision de pointe s'étend désormais aussi au contrôle de l'entrefer de mesure du système : la bride brevetée IsoLign™ Piezo (brevet US 8 499 619) permet de modifier la taille de l'entrefer d'une valeur de 10 nm seulement. Fondée sur un système de 3 éléments Piezo dans la bride de l'entrée de la chambre de mesure, IsoLign™ peut être utilisé en toute confiance dans tous les modes de test.

Les systèmes de moteur pas à pas s'appuient en général sur une longue chaîne cinématique pour traduire les pas du moteur unique en modifications de la taille de l'entrefer à l'échelle du micromètre. Comme il peut atteindre des tailles d'étape allant jusqu'à 10 nanomètres, IsoLign™ multiplie la précision par dix par rapport à toute autre solution comparable pour l'ajustement de la taille des entrefers dans le cadre des tests rhéologiques.

Lors des essais effectués sur de vastes plages de température, l'entrefer de mesure est maintenu à une valeur constante dans des tolérances plus basses que jamais.



Contrôle de la température par convection

Fonctionnalités générales

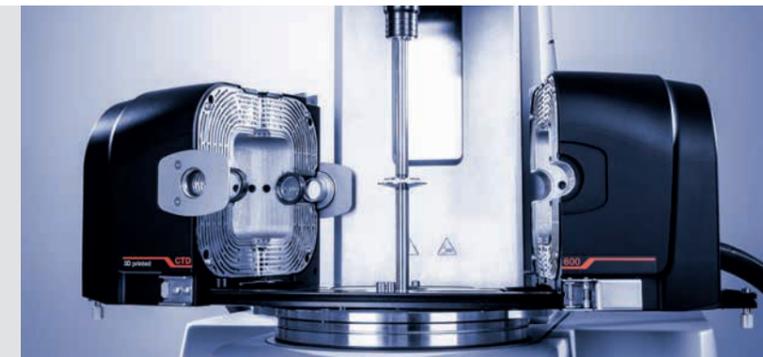
- Pour configurations avec un moteur rotatif, deux moteurs rotatifs ou un moteur linéaire inférieur
- Adapté pour tous les types de systèmes de mesure, y compris les accessoires pour DMA, rhéologie extensionnelle et tribologie
- Options caméra disponibles

Applications typiques : adhésifs, asphalte, bitume, céramique, revêtements, élastomères, résines époxy, films et fibres, denrées alimentaires, produits thermofusibles, verres à basse température, métaux et alliages, couchages de papiers, produits pharmaceutiques, mastics, plastisols, polymères fondus, matériaux renforcés et thermoplastiques

CTD 600 MDR

Contrôle de la température par convection sur la base du chauffage électrique

- Plage de température comprise entre -160 °C et 600 °C
- Option à azote liquide pour un refroidissement jusqu'à -160 °C
- Option de refroidisseur à gaz pour refroidir sans azote liquide jusqu'à -80 °C



CTD 180 HR

Contrôle de la température par convection par effet Peltier

- Plage de température comprise entre -20 °C et 180 °C
- Adapté pour le refroidissement sans aucune option de refroidissement supplémentaire, telle qu'un refroidisseur à gaz ou l'azote liquide
- Option d'humidité disponible (5-95 % d'humidité relative)



Contrôle de la température par effet Peltier

Applications typiques : adhésifs, cosmétiques, revêtements, détergents, denrées alimentaires, encres, peintures, couchage de papier, produits pharmaceutiques, plastisols, solutions polymères, mastics, liers et solvants

C/P-PTD 180/MD

Contrôle de la température par effet Peltier pour configurations avec deux moteurs rotatifs ou un moteur linéaire inférieur

- Plage de température comprise entre -20 °C et 180 °C
- Pour systèmes à cylindres concentriques, à double entrefer, cône-plan et à plans parallèles
- Capot couplé thermiquement pour réduire les gradients de température dans l'échantillon
- Capot anti-évaporateur pour les échantillons contenant des composants volatils



Développez vos possibilités : accessoires spécifiques aux applications pour configuration avec deux moteurs EC

Cône-plan partitionné

Sa conception spéciale limite les effets des ruptures d'arêtes lors de la caractérisation d'échantillons viscoélastiques en mode capteur moteur séparé. Il permet de réaliser des mesures en oscillation et en rotation même à des vitesses de déformation/cisaillement qui auraient entraîné un remplissage incomplet de la zone de mesure active avec des géométries de mesure conventionnelles (géométries à plans parallèles ou cône-plan). Il augmente donc la plage analysable des balayages d'amplitude (large amplitude oscillatory shear : LAOS), des essais de saut de cisaillement ainsi que des courbes d'écoulement.



Moteur linéaire

Le MCR 702 MultiDrive offre la possibilité d'utiliser un moteur linéaire supplémentaire à la place du moteur rotatif inférieur. Ce moteur vous permet de réaliser une analyse mécanique dynamique également en traction, en flexion et en compression. Parmi ces méthodes, que vous pouvez employer en combinaison avec des systèmes pour flexion trois points, des cantilevers, des accessoires rectangulaires pour solides et des systèmes de mesure à plans parallèles, vous pouvez choisir celle qui est idéale pour votre analyse mécanique dynamique. Vous trouverez des informations complémentaires sur les fonctionnalités générales, les systèmes de mesure et les spécifications du MCR 702 MultiDrive avec moteur linéaire supplémentaire dans la brochure consacrée à l'analyseur mécanique dynamique MCR 702 MultiDrive.



Rhéo-microscopie

La configuration rhéo-microscopie ouvre des perspectives totalement nouvelles. Vous pouvez appliquer le mode contre-rotation du rhéomètre pour produire un plan de stagnation dans lequel la structure observée est cisailée mais garde une position fixe. Ce plan de stagnation maintient constamment la structure ciblée dans le champ de vision du microscope pendant que des données rhéologiques précises sont obtenues. Grâce à l'équilibrage de la vitesse, vous pouvez également modifier la répartition de la vitesse entre les deux moteurs et remettre des structures intéressantes dans votre champ de vision, tout en maintenant une vitesse de cisaillement constante.

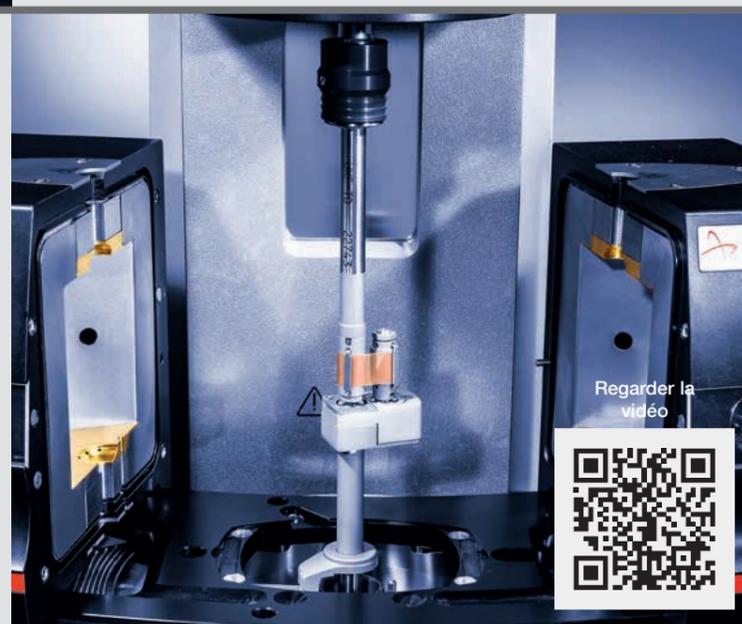


Visualisation de l'écoulement

La plupart des calculs rhéologiques sont fondés sur l'hypothèse d'un écoulement laminaire, bien que des expériences récentes fassent souvent état d'un comportement d'échantillon plus inhabituel, tel que la formation de bandes de cisaillement. La visualisation de l'écoulement est donc un outil important pour comprendre ces nouveaux effets d'écoulement. Le MCR 702 MultiDrive peut être utilisé dans tous les modes de test avec un cylindre concentrique transparent qui vous permet d'observer votre échantillon de tous les côtés pendant le cisaillement. L'étude de l'apparition des instabilités d'écoulement constitue une application potentielle intéressante.

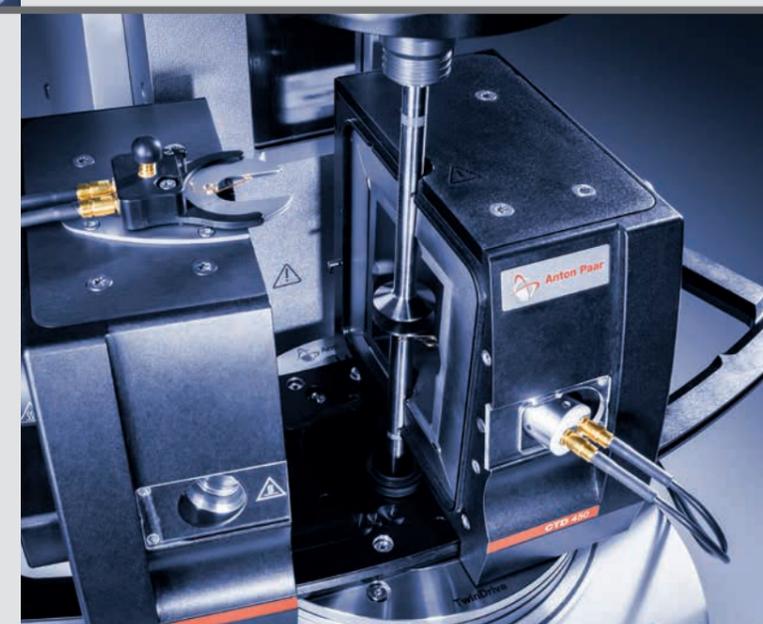
Accessoire pour la rhéologie extensionnelle

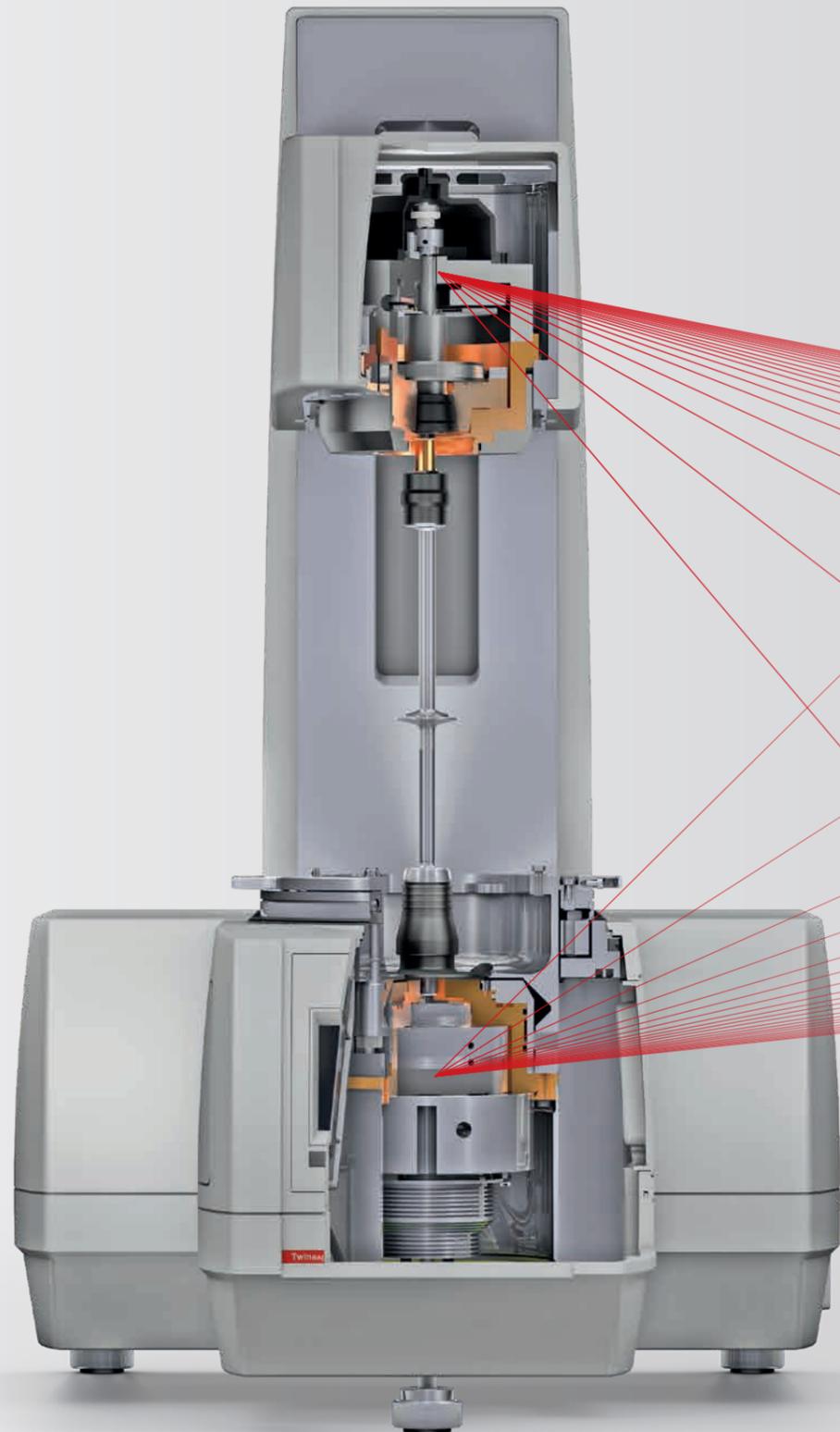
Cet accessoire permet d'effectuer des mesures rhéologiques extensionnelles avec une résolution sans précédent en couple et en déformation. Alors que le système SER éprouvé est parfaitement adapté pour les essais extensionnels à des couples élevés, l'accessoire UXF/TD breveté (brevet US 9 766 172) ouvre de nouvelles possibilités pour les mesures de films et de fibres de faible viscosité. Des procédures de test totalement nouvelles, telles que les tests de relaxation de contrainte en extension, sont ainsi possibles. Les données obtenues confirment parfaitement la théorie ; en outre, le système est assez sensible pour mesurer l'influence de l'affaissement en cas de longues durées de relaxation, qui peut également être observée à l'aide d'une caméra CCD.



Système de rhéologie diélectrique (DRD)

Cet accessoire peut être utilisé dans tous les modes, même en mode mono-entraînement, afin de combiner la spectroscopie diélectrique et la rhéologie. Il vous permet d'étudier l'action de la déformation mécanique sur la conductivité, la capacité et la permittivité des échantillons. Cette configuration peut être appliquée pour analyser l'influence de l'écoulement et des forces de déformation sur le spectre diélectrique de votre échantillon, ainsi que pour étudier les propriétés des matériaux dans une plage moins accessible à l'analyse mécanique. L'accessoire DRD est disponible avec deux options de contact différentes pour une utilisation dans le cadre de tests en rotation et en oscillation.





Contrôle rapide et vastes capacités de couple

Le moteur EC synchrone soutenu par palier à air est l'élément clé des performances du MCR 702, grâce au contrôle rapide et aux vastes capacités de couple à partir de 230 mNm et descendant jusqu'à 0,5 nNm.

Le rotor d'entraînement du moteur EC est doté d'aimants permanents. Dans le stator, des bobines de polarité opposée produisent des pôles magnétiques. Un flux de courant rotatif traversant les bobines produit un mouvement synchrone du rotor sans aucun frottement. Du fait de sa conception unique, le moteur EC se caractérise par une relation linéaire entre le couple et le courant d'entrée au niveau de la bobine du stator, ce qui représente un grand avantage pour la précision de contrôle et de mesure du couple.

Son contrôle rapide et précis et sa plage de couple extrêmement large font du moteur EC un capteur de couple idéal dans les applications SMT fondées sur la configuration avec deux moteurs EC.

Palier à air

Chaque moteur est entouré et soutenu par deux paliers à air : l'un, radial, permet de centrer et de stabiliser l'arbre ; l'autre, axial, supporte le poids des pièces en rotation. Spécifiquement optimisée en termes de rigidité, de stabilité à la dérive et de robustesse, la technologie de palier à air des rhéomètres MCR allée à un balayage amélioré du couple permet de mesurer des couples faibles jusqu'à un minimum de 0,5 nNm.

Durées du point de mesure de 1 ms

L'intégration de la toute dernière technologie de processeur dans le MCR 702 permet d'accroître la vitesse de traitement des données grâce à des durées du point de mesure de 1 ms, ce qui améliore l'efficacité des essais en régime transitoire.

Le capteur de force normale

Grâce à la sensibilité et au taux d'échantillonnage élevés du capteur de force normale intégré au palier à air, il est possible de réaliser des mesures de la force normale au cours des essais en régime transitoire et en régime permanent ainsi que de la DMA, des essais d'adhésion ou de pénétration. Avantage lié à l'emplacement du capteur : les mesures de la force normale sont disponibles pour tous les dispositifs de température et les accessoires spécifiques aux applications, ainsi que dans toutes les applications.

Technologie optoélectronique pour une précision de température optimale

Lors du fonctionnement en configuration avec deux moteurs EC, le moteur inférieur déploie une technologie de capteurs optoélectroniques. Cette technologie permet la transmission de données sans contact. Elle se fonde sur l'émission de lumière et sur l'effet photovoltaïque qui est utilisé en combinaison avec des systèmes de mesure intégrant des capteurs de température pour détecter la température de l'échantillon. Les méthodes de transfert sans contact conventionnelles s'appuyant sur l'induction électromagnétique peuvent influencer la mesure et le contrôle du couple au niveau du moteur de mesure. Notre méthode de transfert optique détecte quant à elle la véritable température de l'échantillon sans influencer la sensibilité du couple de l'appareil de mesure pour toutes les mesures possibles en mode capteur moteur séparé et aussi en modes contre-rotation et contre-oscillation.

Déviations angulaires jusqu'à 50 nrad

Un encodeur optique de haute résolution fondé sur la technologie de suréchantillonnage des données permet la mesure et le contrôle des vitesses et des déviations angulaires les plus faibles, jusqu'à 50 nrad.

TruRate™

TruRate™, le contrôleur adaptatif à l'échantillon de la série MCR, s'adapte intelligemment aux conditions de l'échantillon en cours d'analyse lors des tests en rotation. Sans information préalable concernant l'échantillon, les réglages souhaités pour les déformations et les vitesses de cisaillement sont mis en œuvre en un minimum de temps et sans dépassement.

TruStrain™

La fonctionnalité TruStrain™ du système permet le traitement en temps réel de déformations en oscillation. En oscillation, TruStrain™ utilise le contrôle de la position en temps réel basé sur la méthode DSO (Direct Strain Oscillation). Vous êtes par conséquent en mesure de prédéfinir et de contrôler précisément les déformations en forme d'onde sinusoïdale dans la plage viscoélastique linéaire (sans destruction), ainsi que dans les conditions de LAOS (Large Amplitude Oscillatory Shear).

Transparence totale relative aux moteurs dans le logiciel

Le logiciel des rhéomètres MCR vous permet non seulement d'afficher toutes les données rhéologiques, il vous fournit également une transparence totale relative à tous les paramètres physiques des moteurs actifs. Cette transparence vous donne toujours un aperçu à l'intérieur du contrôle du rhéomètre.

Intégrés à votre rhéomètre : accessoires spécifiques aux applications pour configuration avec un moteur EC

Obtenir des informations de structure supplémentaires, définir d'autres paramètres ou utiliser les fonctionnalités du rhéomètre pour approfondir la caractérisation d'un matériau : cette large gamme d'accessoires spécifiques aux applications s'intègre facilement dans votre rhéomètre MCR.

Analyse de structure

Rassembler des informations relatives à la structure des échantillons en associant ces méthodes optiques et diélectriques avec la rhéologie.



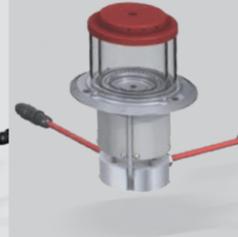
Rhéo-microscopie (à fluorescence, polarisée, non polarisée)



Diffusion de la lumière aux petits angles (SALS)



Diffusion de rayons X aux petits angles (SAXS)



Diffusion de neutrons aux petits angles (SANS)



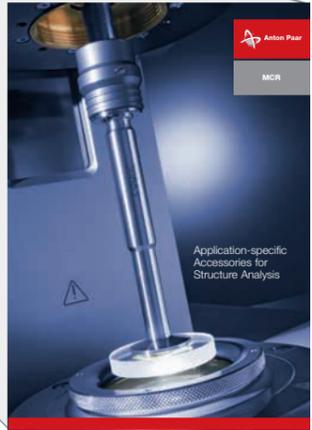
Vélocimétrie par images de particules (PIV)



Imagerie polarisée



Système de rhéologie diélectrique (DRD)



Définition de paramètres supplémentaires

Utilisez ces accessoires pour définir d'autres paramètres en même temps que la température pour les tests rhéologiques.



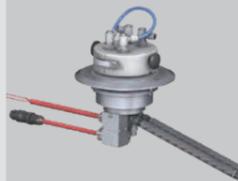
Cellules sous pression



Système de réticulation UV



Cellule Immobilisation



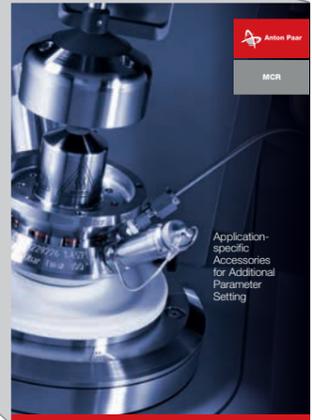
Système magnéto-rhéologique



Système électrorhéologique



Option d'humidité pour le CTD 180



Caractérisation étendue des matériaux

Ces accessoires transfèrent les capacités de mesure du rhéomètre MCR vers d'autres applications de caractérisation des matériaux.



Rhéologie extensionnelle



Analyse mécanique dynamique (DMA) Rhéologie de l'amidon



Rhéologie pour particules de grande taille



Rhéologie interfaciale



Tribologie :



Bille sur trois plaques



Pointe sur disque Quatre billes



Cellule de poudre



De nouvelles possibilités pour vos applications Le logiciel RheoCompass

Votre rhéomètre ouvre la voie à un nombre de possibilités de mesure toujours plus important. Ainsi, nous avons développé un outil de navigation qui vous offre à la fois un aperçu complet et les informations précises dont vous avez besoin : Le nouveau logiciel RheoCompass d'Anton Paar est le logiciel de rhéomètre le plus innovant et le plus avancé actuellement disponible sur le marché.

Conçu pour une utilisation intuitive, le logiciel RheoCompass permet un filtrage des modèles axé sur les applications, des définitions personnalisées des tests et analyses, une récupération des données extrêmement simple, et bien d'autres fonctions.



Spécifications

	Unité	MCR 702 MultiDrive	
		Configuration avec un moteur EC	Configuration avec deux moteurs EC
Moteur EC (à courant continu sans balai) avec encodeur optique de haute résolution et palier à air	-	✓	✓
Couple permanent (60 min), sans dérive du signal	-	✓	✓
Vitesse et contrainte de cisaillement contrôlées	-	✓	✓
Bride IsoLign™ Piezo - modification de la taille d'entrefer	nm	10	10
Couple maximal	mNm	230	230
Couple minimal, rotation	nNm	1	5 (SMT)
Couple minimal, oscillation	nNm	0,5	1 (SMT)
Déviat ion angulaire, valeur de consigne	μrad	0,05 à ∞	0,05 à ∞
Saut de cisaillement, constante de temps	ms	5	5
Saut de déformation, constante de temps	ms	10	10
Saut de cisaillement, durée nécessaire pour atteindre 99 % de la valeur réglée (indépendamment de l'échantillon)	ms	30	30
Vitesse angulaire minimale, contrôlée ⁽¹⁾	rad/s	10 ⁻⁹	10 ⁻⁹
Vitesse angulaire maximale, contrôlée	rad/s	314	2 x 314
Fréquence angulaire minimale ⁽²⁾	rad/s	10 ⁻⁷ ⁽³⁾	10 ⁻⁷ ⁽³⁾
Fréquence angulaire maximale	rad/s	628 ⁽⁴⁾	628 ⁽⁴⁾
Plage de mesure de la force normale	N	0,005 à 50	0,001 à 50
Contre-rotation		○	✓
Contre-oscillation		○	✓
Toolmaster™ (brevet US 7 275 419), système et cellule de mesure (détection et transmission sans fil du système de mesure et des paramètres d'étalonnage)	-	✓	✓
QuickConnect pour systèmes de mesure, sans vis	-	✓	✓
Fonction de blocage électronique pour le système de mesure	-	✓	✓
Technologie optoélectronique pour des mesures de température précises dans le système de mesure mobile inférieur	-	○	✓
TruRate™	-	✓	✓
TruStrain™	-	✓	✓
Profils de force normale et de vitesse, adhésion, pression	-	✓	✓
Contrôle/réglage automatique de l'entrefer, AGC/AGS	-	✓	✓
Dimensions	mm	753 x 444 x 586	753 x 444 x 586
Poids	kg	47	56

En fonction de votre application et mode de test, MCR 702 MultiDrive peut être utilisé avec ...

Déformation directe, contrôleur d'amplitude	-	✓
Contrainte directe, contrôleur d'amplitude	-	✓
Données brutes (LAOS, forme d'onde, etc.)	-	✓
Entraînement linéaire ⁽⁵⁾	-	○
Digital Eye, option vidéo et caméra	-	○
Plage de température maximale	°C	-160 à +1000
Plage de pression	bar	jusqu'à 1000
Analyse de structure (microscope, SALS, SANS, PIV, etc.)		○
Réglage de paramètres additionnels (UV, système de rhéologie électrique et magnétique, etc.)		○
Caractérisation étendue des matériaux (rhéologie extensionnelle, tribologie, rhéologie des poudres, etc.)		○
Analyse mécanique dynamique en torsion, traction, flexion et compression ⁽⁵⁾		○
Connexions		USB, Ethernet, 4 interfaces analogiques, 2 entrées auxiliaires, Pt 100 et interfaces thermocouple

1) En fonction de la durée du point de mesure et du temps d'échantillonnage, il est possible d'obtenir quasiment toutes les valeurs

2) Si les fréquences réglées sont inférieures à 1.0E-04 rad/s, elles n'ont quasiment aucune incidence en raison de la durée du point de mesure supérieure à 1 jour

3) Valeur théorique (durée par cycle = 2 ans)

4) Avec la fonction multi-ondes, il est possible d'atteindre une fréquence de 942 rad/s (150 Hz) voire plus (en fonction du système de mesure et de l'échantillon)

5) Des informations complémentaires sur les fonctionnalités générales, les systèmes de mesure, les accessoires et les spécifications du MCR 702 MultiDrive employant le moteur linéaire pour la DMA figurent dans la brochure consacrée à l'analyseur mécanique dynamique MCR 702 MultiDrive

Légende :

○ en option ✗ non disponible ✓ inclus

*RheoCompass (9177015) est une marque déposée d'Anton Paar.

