

**Caractérisation
mécanique
de surface**



Testeurs d'indentation instrumentée
Testeurs de résistance à la rayure
Mesures de l'épaisseur des revêtements

Une nouvelle génération de précision

La troisième génération de testeurs des propriétés mécaniques de surface Anton Paar mesure une large gamme de propriétés mécaniques des matériaux, depuis le revêtement en carbone de type diamant (DLC) extrêmement dur à l'hydrogel mou. Les instruments haute précision mesurent ce que d'autres ne font qu'évaluer.

Anton Paar fait appel à quatre des principales méthodes de test utilisées pour la caractérisation des propriétés mécaniques de surface. Les instruments de test d'indentation analysent les propriétés mécaniques des films fins, revêtements ou substrats, telles que la dureté et le module élastique, le fluage, la fatigue, la contrainte-déformation et les énergies élastiques et plastiques. Les testeurs de résistance à la rayure permettent de caractériser les systèmes films-substrats et de quantifier des paramètres tels que l'adhérence et la force de friction pour déterminer l'adhésion et la résistance à la rayure et à l'abrasion des revêtements à des fins de recherche et de contrôle qualité. Les tribomètres vous permettent d'analyser la friction, l'usure, la lubrification et l'abrasion. De plus, les testeurs d'abrasion comme le Calotest autorisent une détermination simple, rapide et bon marché de l'épaisseur des revêtements.

Nous mesurons ce que d'autres ne font qu'évaluer

Anton Paar est la seule entreprise qui fournit des nanoindenteurs haute résolution et des testeurs de résistance à la rayure avec capteur de force réelle. Cela signifie que la force est réellement mesurée en continu à l'aide d'un capteur direct et non pas estimée de manière indirecte par le biais d'un actionneur.

Gamme de produits

Le design moderne des instruments dédiés à la caractérisation des propriétés mécaniques de surface Anton Paar offre des solutions d'analyse précises et efficaces dans un format compact et modulaire.

En effet, différents modules (rayure, indentation, mesures microtribologiques) peuvent facilement être assemblés sur une même plate-forme de test. Vous pouvez combiner les différents modules d'analyse sur une même plate-forme ou faire appel à une seule méthode de test sur un appareil dédié selon vos besoins et vos applications. Vous décidez de ce qui vous convient le mieux.

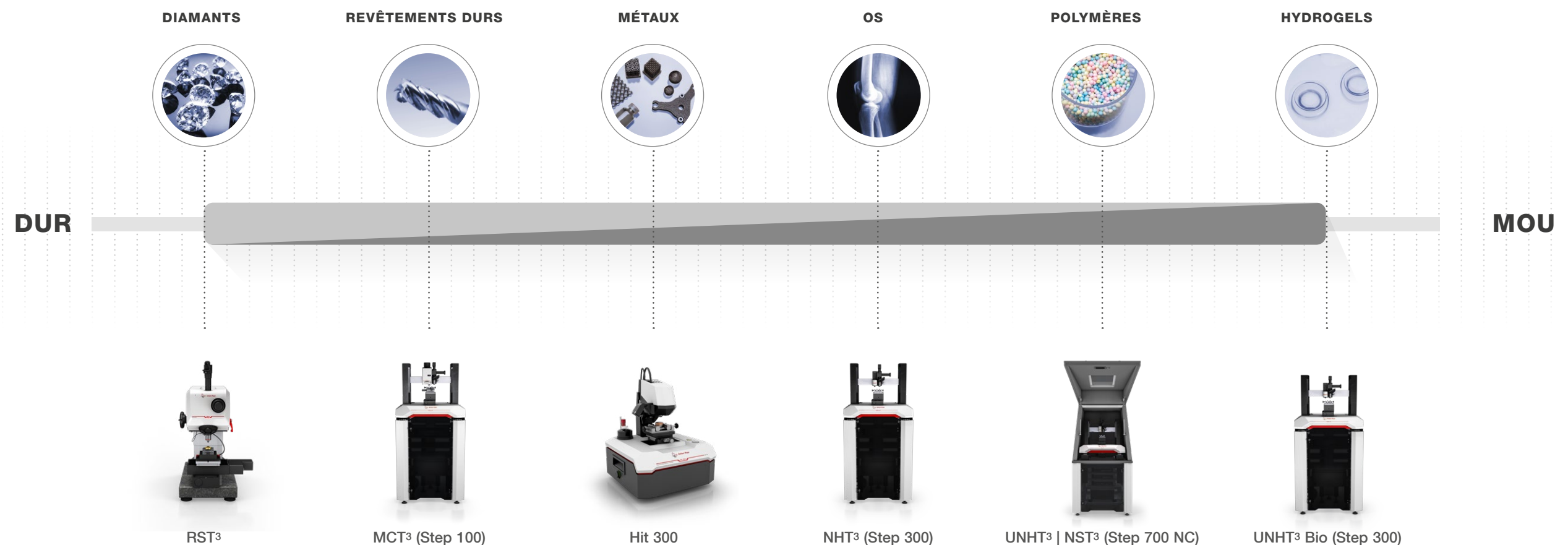
Applications et secteurs industriels

Une productivité et des cadences élevées pour la recherche et l'industrie.

Les matériaux testés concernent une gamme d'applications industrielles aussi diverses que les outils de coupe, l'automobile, l'électronique, le biomédical, les semi-conducteurs, les polymères, l'optique, le nucléaire civil, les MEMS et l'industrie horlogère.

Ces instruments sont également utilisés dans différents secteurs de recherche scientifique :

- Propriétés viscoélastiques
- Courbes contrainte-déformation
- Durcissement en déformation
- Résistance à la rupture
- Cartographie des surfaces
- Profilage des profondeurs



Paramètres et normes de mesure

Test de résistance à la rayure

Paramètres de mesure
Puissance adhésive, force de friction, adhérence des revêtements, résistance à la rayure et à l'abrasion

Normes

ISO 20502
Céramique fine – détermination des caractéristiques d'adhérence des revêtements en céramique par tests de résistance à la rayure

DIN EN1071
Céramiques techniques avancées - méthodes d'essai pour les revêtements céramiques

ASTM C1624
Méthode standard de test d'adhérence et modes de rupture mécanique des revêtements en céramique par essai quantitatif de rayage

ASTM D7187
Comportement des revêtements de peinture par nano-rayage

ASTM G171
Détermination de la dureté des matériaux par la technique de rayure à l'aide d'un indenteur diamant

ISO 27307:2015
Projection thermique - évaluation de l'adhérence/cohésion des revêtements céramiques projetés thermiquement par un essai de rayure transversale



Test de dureté

Paramètres de mesure
Dureté et module élastique, rigidité, fluage, relaxation, analyse Hertz, analyse mécanique dynamique (E', E'', Tan delta), courbe contrainte-déformation, fatigue

Normes

ISO14577
Matériaux métalliques – Essai d'indentation instrumentée pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux

ISO 6507
Matériaux métalliques – Essai de dureté Vickers

ISO19278
Test de microindentation instrumentée pour la mesure de la dureté des matières plastiques

ISO 4516
Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques – Essais de microdureté Vickers et Knoop

ASTM E2546
Pratique normalisée pour les tests d'indentation instrumentée

ASTM C1327
Méthode normalisée pour la dureté par indentation Vickers des céramiques avancées

ASTM C1326
Méthode normalisée pour la dureté par indentation Knoop des céramiques avancées

ASTM B933
Méthode normalisée de microindentation pour déterminer la dureté des poudres métalliques

ASTM E384
Méthode normalisée pour déterminer la dureté des matériaux par Knoop et Vickers

ASTM B578
Méthode normalisée pour déterminer la microdureté des revêtements en galvanoplastie

Épaisseur du revêtement

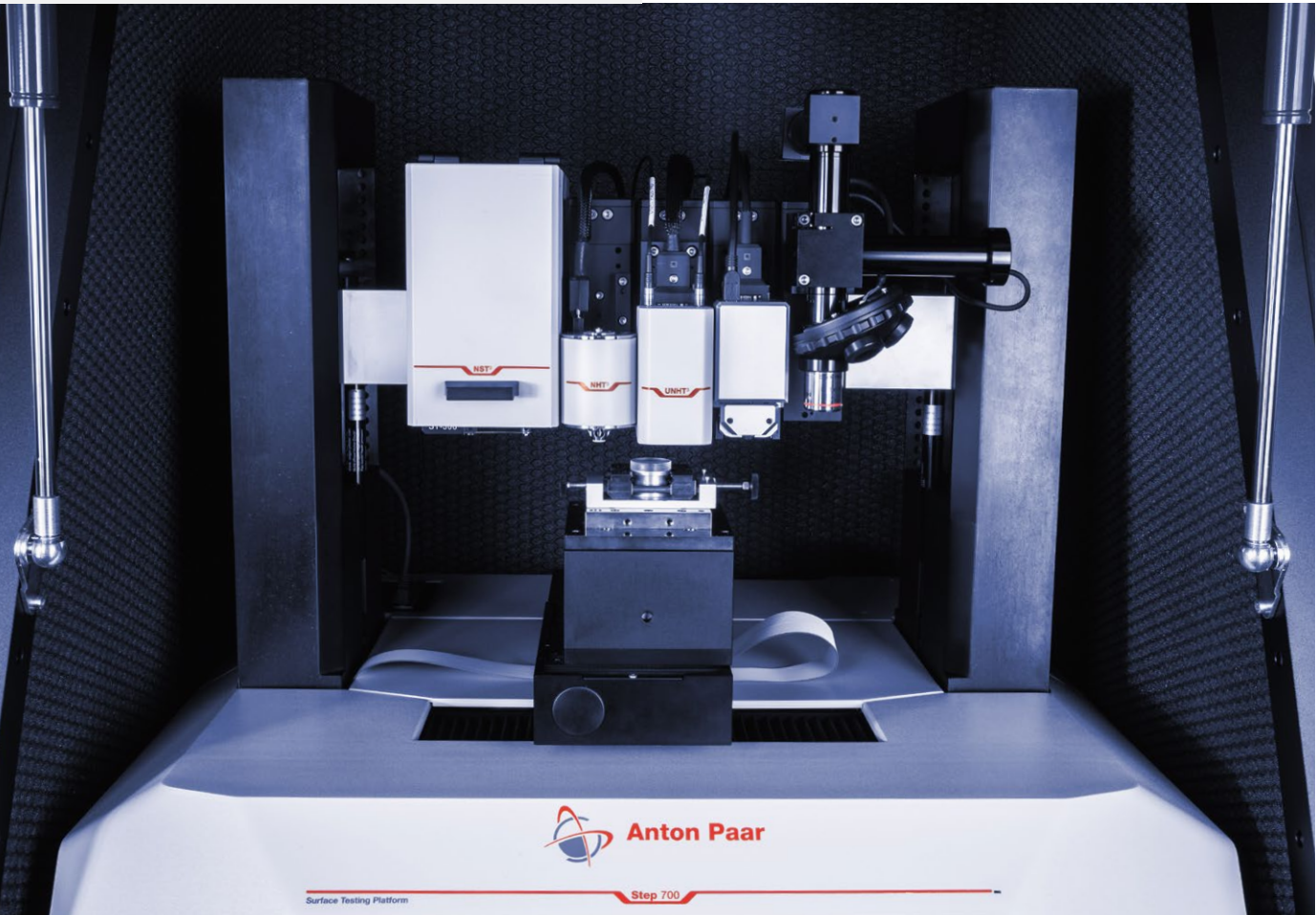
Paramètre de mesure
Épaisseur du revêtement

Normes

ISO 26423:2009
Céramiques fines (céramiques de pointe, céramiques techniques avancées) – Détermination de l'épaisseur du revêtement par la méthode de meulage de cratère

ISO 1071-2
Méthodes de test pour revêtements céramiques – Détermination de l'épaisseur du revêtement par la méthode d'abrasion d'une calotte sphérique

VDI 3198
Revêtement (CVD, PVD) des outils de soudage à froid



Test de résistance à la rayure : Caractéristiques

Le panorama synchronisé unique et breveté peut être analysé à tout moment et n'importe où

Anton Paar est le titulaire exclusif des brevets US 8261600 et EP 2065695. La fonction panorama du scratch test constitue la fonctionnalité phare du logiciel. Après une rayure, vous pouvez enregistrer le panorama entier. Une fois votre panorama enregistré, vous pouvez à tout moment effectuer une nouvelle analyse de vos résultats.

Mesures de la profondeur de pénétration réelle pour les études avancées de recouvrance élastique

Le capteur de déplacement D_z contrôle le profil de la surface de l'échantillon avant, pendant et après une rayure.

Cela signifie que vous pouvez évaluer la profondeur de pénétration de l'indenteur pendant et après la rayure, pour observer de manière fiable la résistance à la rayure et à l'endommagement. Une fonction unique de scannage multiple dans le temps est disponible pour réaliser des analyses poussées des propriétés viscoélastiques.

Asservissement de la force normale pour une reproductibilité totale

L'asservissement de la force normale du système garantit des essais de rayure reproductibles, même si vous examinez des géométries de surface plus complexes telles que des échantillons non parallèles, rugueux ou courbés. Les dispositifs Anton Paar sont les seuls systèmes en vente sur le marché équipés de la fonction d'asservissement de la force normale.

Détection automatique des charges critiques pour des résultats optimisés

Les testeurs de résistance à la rayure disposent d'une fonction de détection automatique des défaillances critiques. Grâce au signal de force de friction, de profondeur de pénétration ou d'émission acoustique, un algorithme basé sur notre expérience peut désormais analyser de manière automatique la différence entre les signaux afin de définir les charges critiques.



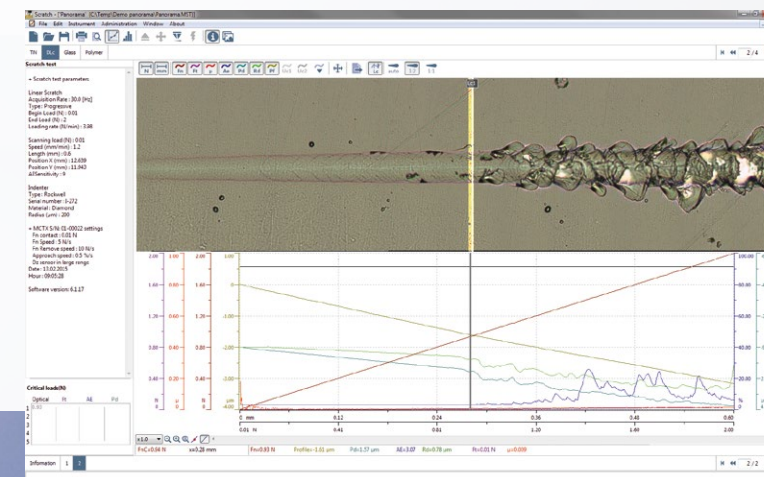
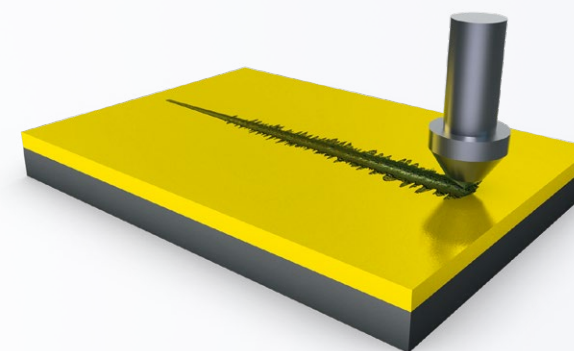
Principes de mesure

Principes du test de rayure

Les scratch testeurs d'Anton Paar (auparavant de CSM Instruments) sont parfaitement adaptés à la caractérisation des propriétés de surface mécanique des films et revêtements minces (ex : adhésion, fracture et déformation).

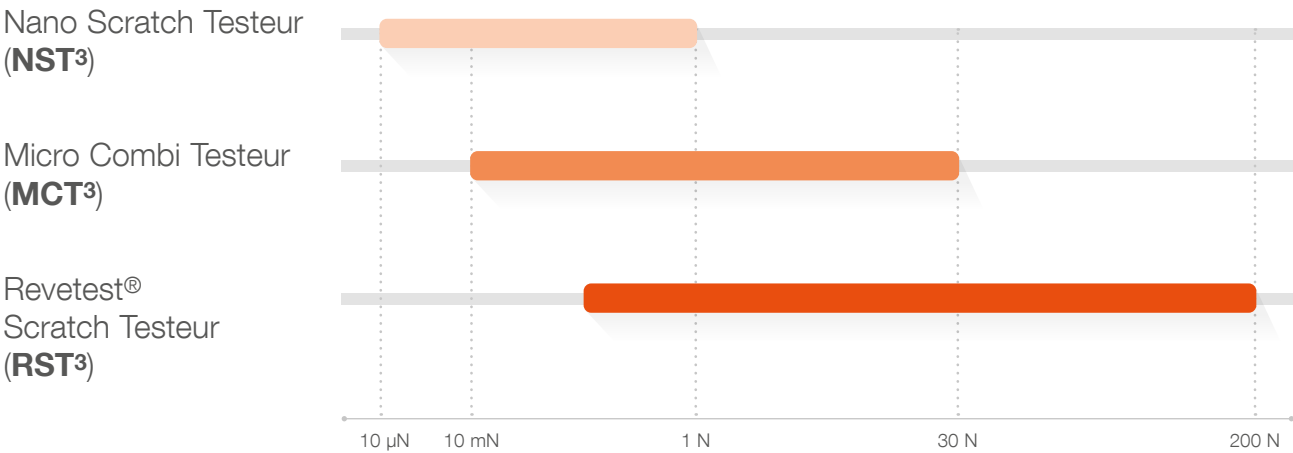
De par leur capacité à caractériser le système film-substrat et à quantifier les paramètres comme la force de friction et l'adhérence à l'aide de différentes méthodes complémentaires, les scratch testeurs sont des outils indispensables aussi bien pour la recherche et développement que pour le contrôle qualité. Cette technique recourt à une pointe en diamant pour réaliser une rayure contrôlée sur un échantillon.

La pointe se déplace sur le revêtement sous une charge qui augmente de manière constante, incrémentale ou progressive. À partir d'une certaine charge, le revêtement ne résiste plus. Les charges critiques sont détectées très précisément à l'aide de la force tangentielle, de la profondeur de pénétration et des capteurs d'émissions acoustiques, en corrélation avec les observations réalisées grâce au microscope optique intégré. Les valeurs de charges critiques sont utilisées pour quantifier les propriétés adhésives de différents systèmes film-substrat en utilisant différents capteurs (émission acoustique, profondeur de pénétration, force de friction) et observations par microscopie optique.



Scratch tests : Instruments

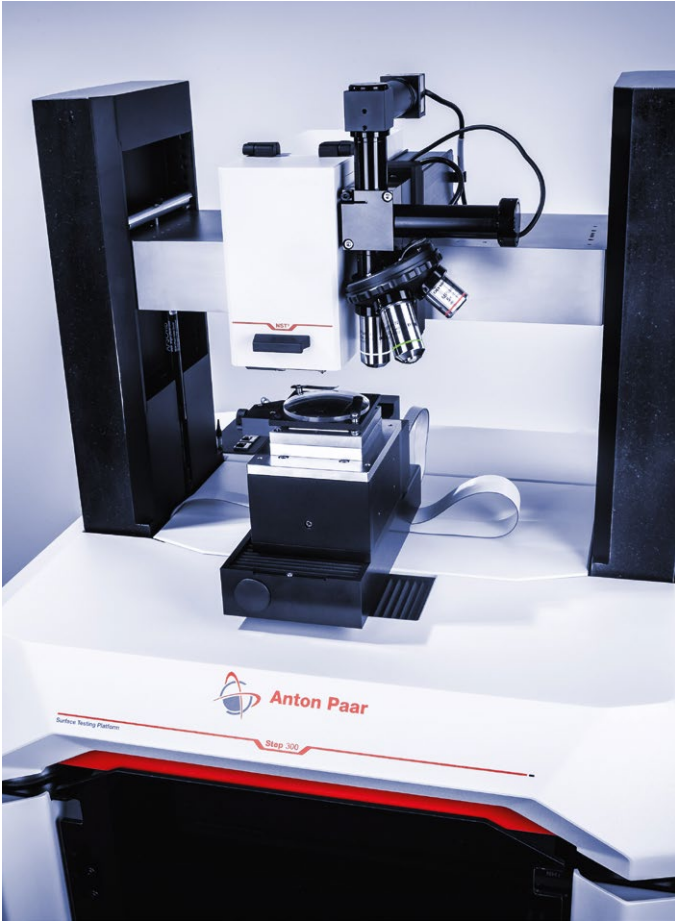
Plage de mesure des testeurs de résistance à la rayure Anton Paar



Micro Combi Testeur MCT³

Il s'agit du seul et unique appareil qui allie un testeur Micro Scratch et un microintendeur

Le Micro Scratch Testeur est particulièrement adapté à la mesure d'adhérence et la résistance à la rayure des revêtements minces d'épaisseur inférieure à 5 µm. Les applications comprennent les technologies CVD, PVD et PECVD mono et multicouches, photorésistants, laques, peintures, et différents autres types de films. La recherche et l'industrie utilisent cet instrument pour la caractérisation des revêtements développés en micro électronique, pour les applications optiques ainsi que pour les fonctions décoratives. Les substrats peuvent être mous ou durs, incluant le verre, les semi conducteurs et les matériaux organiques.



Nano-scratch testeur NST³

Le test de résistance à la rayure le plus précis sur le marché

Le Nano Scratch Testeur est particulièrement adapté à la caractérisation de la perte d'adhérence des films et revêtements minces d'épaisseur inférieure à 1000 nm. Le Nano Scratch Testeur peut également être utilisé pour analyser les revêtements organiques et inorganiques, ainsi que les revêtements mous ou durs. La conception exclusive de la tête de mesure par nano-rayure comprend deux capteurs pour mesurer la force et la profondeur ainsi qu'un actionneur piézoélectrique performant. Ces fonctions uniques garantissent un temps de réponse rapide (de quelques millisecondes), une grande précision et une grande flexibilité pour tous les types de mesures par rayure.



RST³ Revetest[®] Scratch Testeur

La référence dans la branche

Le Revetest[®] Scratch Testeur est un système typique conçu pour analyser les matériaux à revêtement dur avec une épaisseur de revêtement de quelques microns. Les revêtements peuvent être organiques ou inorganiques. L'instrument est adapté aux applications magnétiques et décoratives, y compris CVD, PECVD, PVD, couches de métallisation et de passivation, ou revêtement de protection contre la friction et l'usure. Les substrats utilisés peuvent être réfractifs et inclure des matériaux organiques, minéraux, verre, semiconducteurs, alliages et métaux.

Le Revetest[®] Scratch Testeur est équipé d'une unité externe d'acquisition des données et d'un système de détection des émissions acoustiques. Il répond également aux exigences des normes ASTM C1624 et EN 1071. Anton Paar a déjà vendu plus de 1500 Revetest[®] Scratch Testeurs à travers le monde.

Test de dureté : Caractéristiques

Une large gamme de possibilités : dureté, module élastique, propriétés viscoélastiques, complaisance de fluage et courbode contrainte- déformation

La gamme étendue de charges et de profondeurs de pénétration permet de mesurer les propriétés mécaniques d'une large palette de matériaux. Les tests peuvent concerner des matériaux mous et durs de même que des revêtements fins ou épais . La dureté, le module élastique, et d'autres propriétés comme la viscoélasticité, le fluage et la courbe de contrainte-déformation peuvent être analysés à partir d'une seule mesure.

Stabilité optimale grâce au référencement unique de la surface

Le référencement de la surface protège la pointe de toute collision, et garantit une grande stabilité thermique ainsi qu'une rigidité élevée du bâti. La référence repose sur la surface pendant que la pointe d'indentation teste le matériau. De ce fait, nos instruments ne nécessitent aucune correction de dérive thermique.

Le mode d'indentation « Quick Matrix » offre des résultats extrêmement précis en quelques minutes

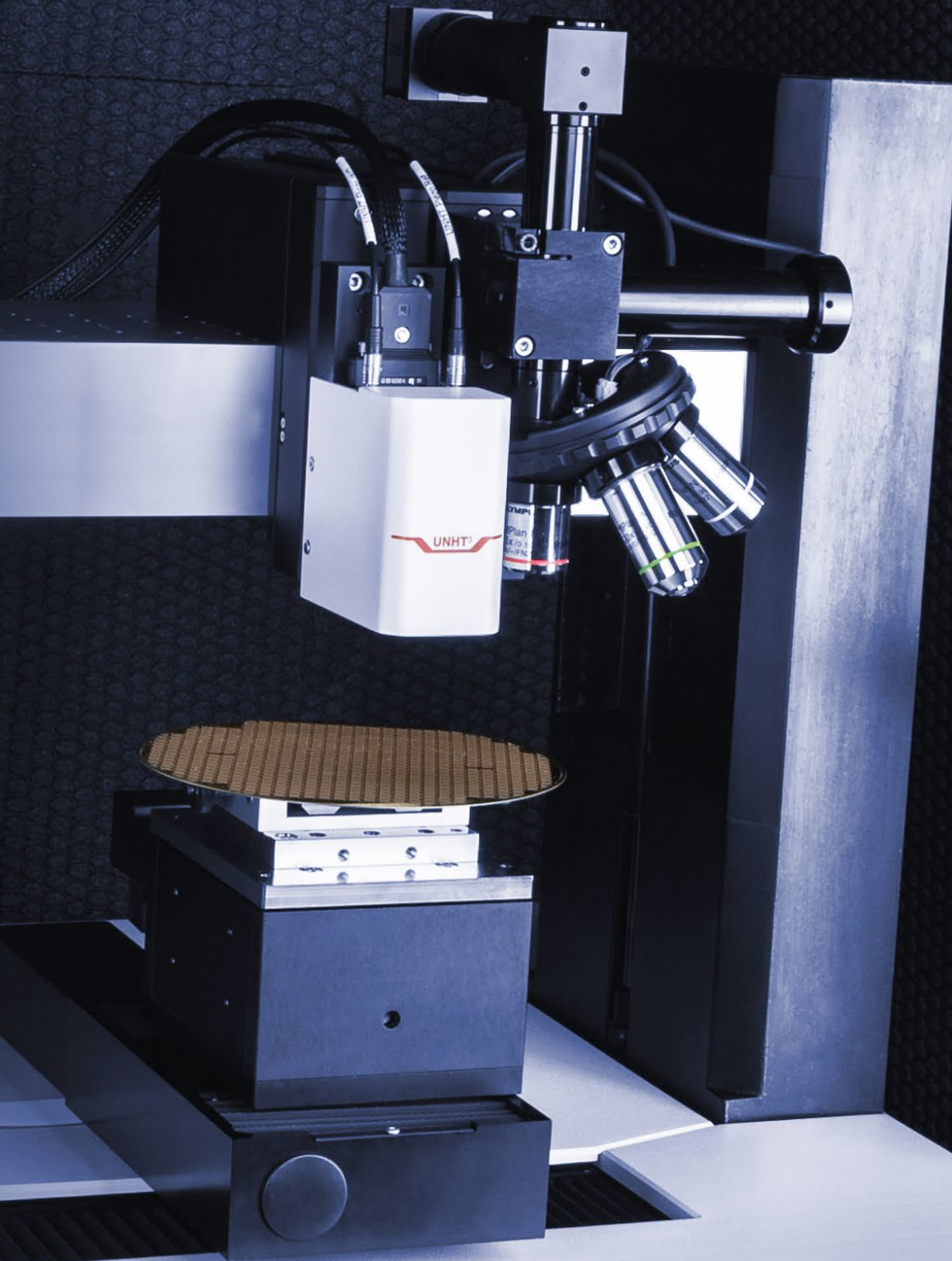
Les indenteurs Anton Paar garantissent des cadences élevées de traitement des échantillons, pouvant atteindre 600 mesures par heure avec des courbes complètes d'indentation instrumentée.

Tables motorisées pour un positionnement exact

Les tables motorisées peuvent déplacer l'échantillon dans toutes les directions avec une précision de 1 μm . L'échantillon est amené du microscope à l'indenteur en un seul clic. Des matrices automatiques et des tests à multi-échantillonnage sont également disponibles.

Microscope vidéo multi-objectifs pour une vue précise de l'échantillon

Un microscope multi-objectif de pointe permet de visualiser la surface avant et après les mesures d'indentation. La tourelle peut accueillir jusqu'à 4 objectifs. Des matrices visuelles peuvent également être définies sous le microscope pour réaliser des mesures d'indentation sur des zones spécifiques.



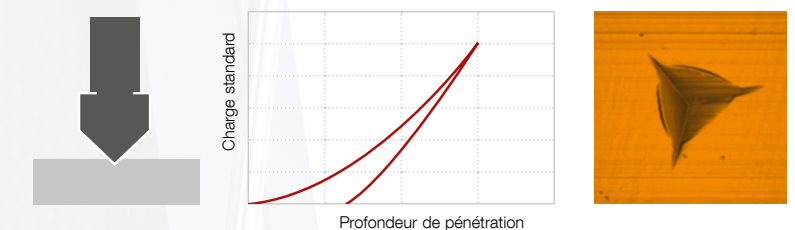
Step 700

Surface Testing Platform

Principes de mesure

Principes de mesure

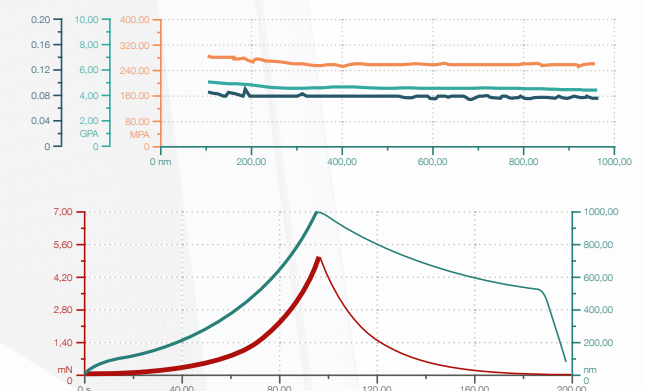
La technique d'indentation instrumentée (IIT) consiste à faire pénétrer un indenteur de géométrie connue dans une surface en contrôlant la profondeur de pénétration et la charge. La dureté d'indentation (H_{IT}), le module élastique (E_{IT}), et d'autres propriétés mécaniques sont obtenues à l'aide d'une courbe force -déplacement. L'analyse de cette courbe est réalisée automatiquement conformément à la norme ISO 14577 . Cela représente un gros avantage par rapport aux mesures classiques avec lesquelles chaque empreinte doit être mesurée séparément de manière précise à l'aide d'un microscope optique.



Analyse mécanique dynamique (mode dynamique)

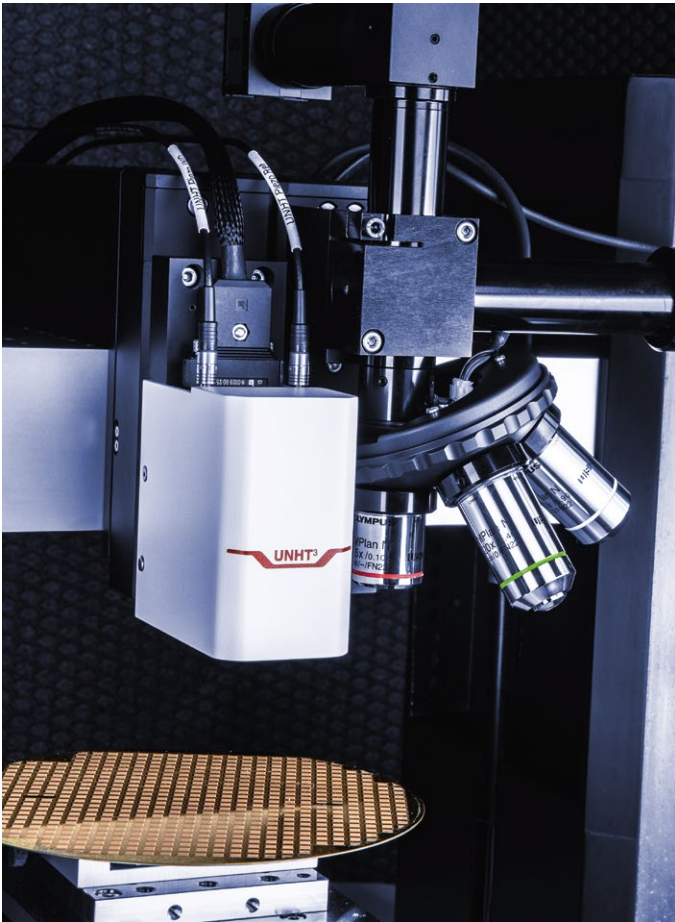
Dans l'analyse mécanique dynamique (DMA), une charge sinusoïdale ou une pause sinusoïdale à la force maximale sont utilisées pour obtenir une analyse plus complète des matériaux revêtus, fonctionnellement gradés ou viscoélastiques.

Cette méthode permet d'acquérir en continu des données sur la dureté, le module élastique, le module de stockage et le module de perte en fonction de la profondeur de pénétration et les résultats sont très utiles pour la caractérisation des matériaux enduits et des polymères, où l'on peut obtenir des propriétés viscoélastiques à des profondeurs constantes.



Exemple de mode dynamique (analyse mécanique dynamique, DMA) réalisé par un nanoindenteur.

Test d'indentation : instruments



Ultra nanoindenteur UNHT³ :

Le nanoindenteur ultime à résolution et stabilité supérieures

L'Ultra Nanoindenteur avec capteurs de force réelle analyse les propriétés mécaniques d'un matériau à l'échelle nanométrique. L'UNHT³ élimine l'effet de la dérive thermique et de la complaisance grâce à son système breveté unique de référencement actif de surface (EP 1828744 et US 7685868). Il est donc parfaitement adapté aux mesures longue durée sur tous types de matériaux, des polymères aux revêtements durs.

L'UNHT³ inclut des modes d'indentation avancés comme le mode dynamique, le contrôle charge/profondeur, le taux de contrainte constante, la matrice avancée et plus encore. Le mode d'indentation « Quick Matrix » permet de réaliser jusqu'à 600 mesures par heure avec des courbes complètes de nanoindentation. Exclusif et breveté (EP 1828744 et US 7685868), son système de référencement actif de la surface offre la stabilité thermique la plus élevée du marché (avec des taux de dérive brut pouvant descendre à 0.0008 nm/s).



Nanoindenteur NHT³

Le nanoindenteur le plus polyvalent et le plus convivial sur le marché

Le nanoindenteur s'étend des charges faibles (0,1 mN) aux charges élevées (500 mN) et des petites profondeurs (moins de 20 nm) aux profondeurs plus importantes (jusqu'à 200 µm). Il est non seulement robuste mais aussi rapide et facile à utiliser pour de multiples modes d'indentation avancés : cycles multiples continus (CMC), séquences définies par l'utilisateur, mode sinus, matrice avancée et protocoles multi-échantillons.

NHT³ autorise également les tests dans des liquides. Le mode d'indentation « Quick Matrix » permet de réaliser jusqu'à 600 mesures par heure avec des courbes complètes de nanoindentation. La rigidité élevée de son bâti (107 N/m) et sa grande stabilité thermique (taux de dérive moyen de 0,03 nm/s) garantissent une grande précision.



Micro Combi Testeur MCT³

Il s'agit du seul et unique appareil qui allie un Micro Scratch et un microintendeur

Le Micro-Combi Testeur mesure directement la dureté et le module d'élasticité à l'aide de charges élevées (essais d'indentation instrumentés jusqu'à 10 N et essais de dureté conventionnels jusqu'à 30 N). Par rapport aux duromètres conventionnels, les appareils d'indentation instrumentés sont plus rapides, plus précis et plus flexibles, ce qui permet d'obtenir plusieurs propriétés différentes. Il est utilisable sur de nombreux matériaux, des échantillons en vrac avec des surfaces épaisses aux revêtements fins.



Hit 300

Le plus simple à utiliser, l'instrument de nanoindentation le plus robuste du marché :

Le Hit 300 est un instrument de nanoindentation haut de gamme mais très abordable, doté d'une interface simplifiée et auto-explicative. L'amortissement anti-vibration actif intégré et le système unique de ciblage à deux lasers lui confèrent une précision <1 mm dans tous les environnements. La mise en route prend 15 minutes, et en une heure, chaque utilisateur est capable de passer de la formation aux résultats sur ses propres échantillons. Le Hit 300 offre par défaut les 2 modes d'indentation les plus courants : le mode quasi-statique avec différents segments de charge (linéaire, à taux de déformation constante et quadratique) et le mode dynamique (mode sinus) plus connu sous le nom de méthode CSM (Continuous Stiffness Measurement). Le Hit 300 est un instrument dédié et ne fait pas partie de la gamme des plateformes Step X00.

Hit 300 – une fusion de simplicité et de puissance exquise.

Test d'indentation : instruments



Bioindenter UNHT³

Le bioindenteur est un dispositif unique permettant de mesurer les propriétés mécaniques locales d'échantillons mous et biologiques. Il allie l'indentation instrumentée aux exigences de test des échantillons mous, immergés dans du liquide ou les tissus biologiques. Le Bioindenteur UNHT³ est conçu sur la base de la technologie éprouvée d'ultra nanoindentation avec des plages de déplacement étendues, une résolution améliorée sur le signal de force et de larges possibilités de test dans les milieux liquides. Il autorise une caractérisation aisée des propriétés en fonction du temps comme le fluage, l'aptitude à l'écoulement ou la poroélasticité.

Le capteur de force réelle intégré est en mesure d'appliquer une charge maximale de 20 mN adaptée aux matériaux mous. Le capteur de déplacement offre une plage de course étendue jusqu'à 100 µm.

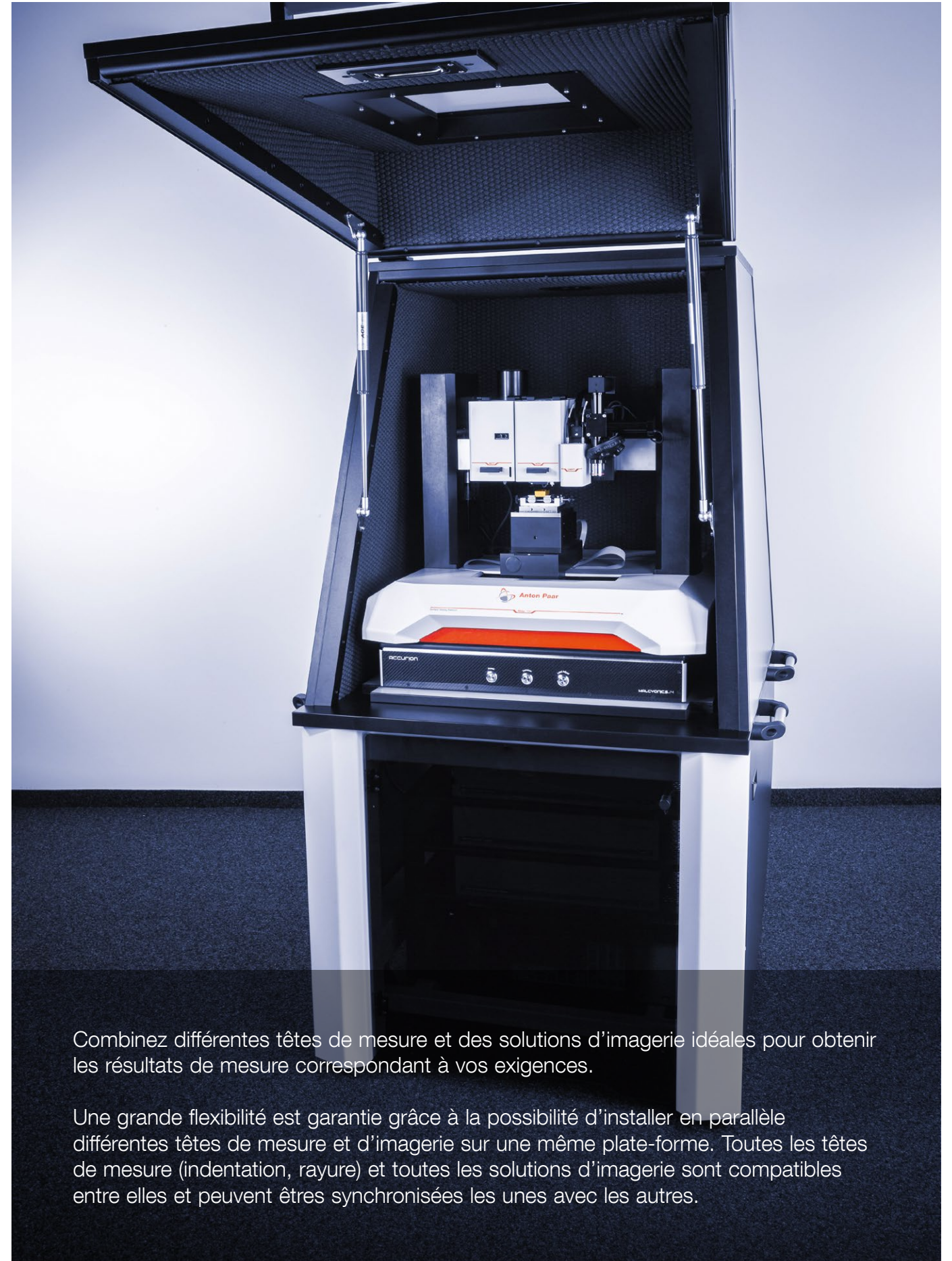
Le module élastique peut également être calculé à partir de la partie charge de la courbe d'indentation à l'aide du modèle de Hertz applicable aux matériaux biologiques. Une large gamme de pénétrateurs est disponible pour le Bioindenteur d'Anton Paar.



UNHT³ HTV Ultra Nanoindenteur hautes températures

Anton Paar est pionnier dans l'indentation instrumentée à haute température et à environnement contrôlé, avec différentes solutions pour des températures allant jusqu'à +800 °C et jusqu'à -150 °C. Le système fonctionne sur la base de la technologie brevetée (US 7685868 et EP 1828744) du nanoindenteur UNHT³ avec deux capteurs indépendants pour la profondeur et la charge combinés à des capteurs capacitifs haute résolution. Des barrières thermiques, de l'eau en circulation et des miroirs réfléchissants protègent la tête de mesure de toute surchauffe, garantissant ainsi une stabilité inégalée. De plus, une chambre de vide secondaire minimise les effets de l'oxydation ainsi que les pertes de chaleur par convection. Une dérive thermique extrêmement faible aux conditions ambiantes et sur toute la plage de température garantit une fiabilité élevée des résultats de mesure.

Choisissez la combinaison parfaite



Combinez différentes têtes de mesure et des solutions d'imagerie idéales pour obtenir les résultats de mesure correspondant à vos exigences.

Une grande flexibilité est garantie grâce à la possibilité d'installer en parallèle différentes têtes de mesure et d'imagerie sur une même plate-forme. Toutes les têtes de mesure (indentation, rayure) et toutes les solutions d'imagerie sont compatibles entre elles et peuvent être synchronisées les unes avec les autres.

- Haute précision de positionnement sur une grande longueur ($< 1 \mu\text{m}$)
- Synchronisation en un seul clic de la position du microscope vidéo vers la pointe de l'indenteur
- Grande modularité avec plusieurs têtes de mesure sur une seule plateforme
- Marbre synthétique personnalisé pour un meilleur amortissement des vibrations
- Plateformes personnalisées pour boîte à gants, chambre à vide et chambre humide disponibles



MCT3 | NHT3 | NST3 | UNHT3 Bio

- Table anti-vibration comprise
- Microscope optique vidéo compris (avec objectif x5)
- Table motorisée x (75 mm), y (75 mm), z (30 mm) comprise

- Table anti-vibration non disponible
- Le microscope optique vidéo peut être commandé en option (avec objectif x5 compris)
- Table motorisée x (75 mm), y (75 mm), z (30 mm) comprise



MCT3 | NHT3 | NST3 | UNHT3 Bio

- Table anti-vibration comprise
- Microscope optique vidéo compris (avec objectif x5)
- Table motorisée x (215 mm), y (75 mm), z (30 mm) incluse

- Enceinte acoustique comprise
- Table anti-vibration active incluse
- Microscope optique vidéo compris (avec objectif x5)
- Un microscope à force atomique peut être commandé en option
- Table motorisée x (215 mm), y (75 mm), z (30 mm) comprise

Épaisseur du revêtement : caractéristiques

Détermination des épaisseurs de revêtement rapide et simple

Les instruments Calotest d'Anton Paar permettent la détermination simple, rapide et économique de l'épaisseur des revêtements. Avec une méthode de micro-abrasion, l'épaisseur de tout type de revêtement monocouche ou multicouche est contrôlée avec précision en un temps réduit et en conformité totale avec les normes internationales en vigueur.

Analyse simple et précise des résultats

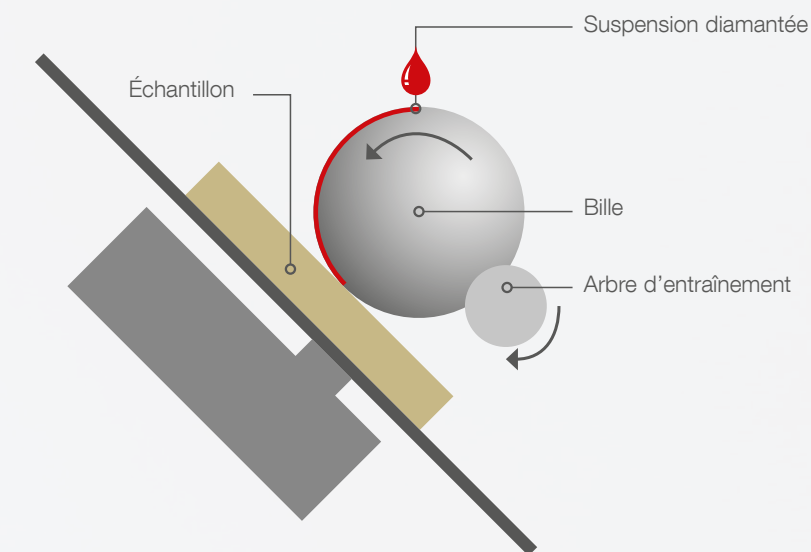
Le module vidéo, sous la forme d'une caméra USB couleur avec deux types d'objectifs (zoom 5x et 10x) fournit au logiciel les images des cratères d'abrasion. Des curseurs sont placés sur les cercles concentriques obtenus. Le logiciel peut calculer l'épaisseur de revêtement en tenant compte du diamètre de la bille utilisé. Une analyse monocouche et multiples couches conforme à la norme ISO 1071-4 peut donc être réalisée. Des rapports, générés automatiquement selon les paramètres sélectionnés par l'utilisateur, documentent le processus de manière exhaustive.



Principes de mesure

Méthode d'essai par abrasion sphérique

Un minuscule cratère est creusé dans un revêtement avec une bille de dimension connue afin de fournir une section transversale fuselée du film lors de la visualisation avec un microscope optique. Les instruments Calotest mesurent ainsi l'épaisseur des revêtements dans un laps de temps très court de 1 à 2 minutes.



CATc

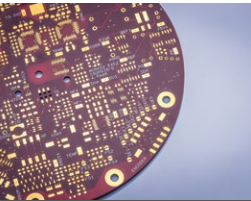
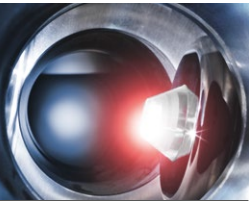
Le CATc est communément utilisé pour déterminer des épaisseurs de revêtement comprises entre 0,1 μm et 50 μm . Les matériaux couramment mesurés sont, entre autres issus des technologies CVD, PVD, dépôts par projection plasma, couches d'oxydation anodique, dépôts chimiques et galvaniques, polymères, peintures et laques. Les échantillons plats, sphériques ou cylindriques peuvent être fixés dans le porte-échantillon.



CATi

Le CATi mesure l'épaisseur des revêtements généralement en 2 à 5 minutes. Dans cette version industrielle, le moteur est fixé sur un bras hydraulique qui permet d'étudier une large variété d'échantillons de toutes les tailles. Cet instrument est idéal pour une détermination rapide et précise de l'épaisseur du revêtement sur des pièces industrielles.

Applications et secteurs industriels

	 Revêtements durs	 Semi-conducteurs	 Biomatériaux	 Optique et verre	 Matériaux décoratifs		 Automobile	 Céramique	 Métallurgie	 Génie civil	 Ingénierie générale
Type d'analyse	- Dureté - Module élastique - Adhérence du revêtement - Résistance à l'usure des revêtements pour usinage à grande vitesse - Épaisseur du revêtement - Dureté des revêtements à haute température	- Dureté des films fins - Module élastique - Adhérence du revêtement des films fins - Résistance à l'usure et coefficient de friction	- Résistance à la rayure des stents - Résistance à l'usure et coefficient de friction des prothèses - Dureté des comprimés - Dureté des os - Module de la cornée - Coefficient de friction des lentilles de contact	- Résistance à la rayure des composants optiques - Dureté des revêtements optiques en polymère - Module élastique des revêtements optiques en polymère	- Résistance à la rayure des surfaces - Dureté des revêtements résistant à l'usure		- Test d'adhérence des revêtements - Résistance à l'usure des revêtements - Coefficient de friction de la graisse - Module élastique des pneus	- Résistance à la rayure des matériaux en vrac	- Dureté de la microstructure des alliages - Travaux de recherche sur la contrainte-déformation des surfaces	- Comportement mécanique du ciment avec l'humidité	- Coefficient de friction des fibres et poils - Coefficient de friction des lubrifiants - Résistance à la rayure des composants d'imprimerie - Propriétés de friction du fromage
Comment	- Nanoindentation - Micro scratch et macro scratch - Tribomètre haute température - Calotest - Ultra nanoindentation haute température	- Ultra nanoindentation - Nano Scratch	- Nano Scratch - Tribomètre - Microindentation - Nanoindentation - Bioindenter	- Nano Scratch - Ultra nanoindentation	- Nano Scratch - Ultra nanoindentation - Microindentation		- Micro scratch ou Revetest scratch - Tribomètre haute température - Tribomètre - Ultra Nanoindentation	- Micro Scratch	- Nanoindentation	- Ultra nanoindentation	- Tribomètre
Exemples de secteurs industriels	- Outils de coupe - Machines - Automobile - Aéronautique	- Semi-conducteurs - Automobile - Imprimerie	- Biomédical - Produits pharmaceutiques - Polymères	- Optique, verre - Horlogerie - Semi-conducteurs	- Horlogerie - Électroménager		- Métallurgie - Polymères - Optique, verre - Automobile - Machines	- Céramique	- Métallurgie	- Génie civil	- Textiles - Cosmétique - Pétrole - Aéronautique - Bois - Imprimerie - Machines - Produits alimentaires
Exemples de domaines d'utilisation	- R&D caractérisation de nouveaux revêtements - Contrôle qualité des injecteurs de revêtement DLC - Propriétés mécaniques des revêtements à haute température	- R&D caractérisation de nouveaux wafers - Caractérisation de disques durs - Contrôle qualité dans la fabrication de wafers - Contrôle qualité des diélectriques à faible permittivité	- Usure des prothèses et implants - Résistance des tuteurs vasculaires (stents) - Dureté des comprimés et pilules - Travaux de recherche sur l'ostéoporose - Élasticité de la cornée - Friction des lentilles de contact	- Résistance des verres de lunettes - Contrôle des composants optiques pour la photographie - Caractérisation des revêtements optiques	- Test de rayure sur les composants électroménagers - Indentation haute température sur les poêles à frire		- Contrôle qualité des injecteurs de revêtement DLC - Résistance à l'usure des plaquettes de frein - Pistons, soupapes de moteur - Élasticité des pneus	- Résistance à la rayure des tuiles	- Propriétés mécaniques des composants métalliques	- Nanoindentation sur le ciment et le béton pour le bâtiment	- Friction des composants en textile - Évaluation de la friction des produits cosmétiques (produits chimiques) - Propriétés des lubrifiants soumis à la friction - Propriétés mécaniques des composants aéropatiaux
Échantillons	- TiN, TiC, CrN, AlTiCN - Revêtements DLC - PVD (revêtement céramique) - CVD (revêtement céramique) - Revêtements vaporisés thermiques/plasma (céramique)	- Wafers et capteurs - Disques durs - MEMS - Composants électriques/électroniques	- Os, tissus - Colles - Gels - Cheveux	- Revêtements polymères - Verre minéral	- Smartphones - Revêtements en métal par évaporation - Bijouterie et horlogerie		- Revêtements et peintures - Vernis (revêtements, laques) - Plastique, résine, caoutchouc - Métal, alliages - Huiles lubrifiantes et graisses	- Céramique	- Métal, alliages	- Ciment, béton	- Polymères - Bois - Composants organiques - Métal, alliages - Matériaux composites

Spécifications



Test de résistance à la rayure

	NST ³	MCT ³	RST ³
Force maximale [N]	1	30	200
Résolution en force [µN]	0.01	10	100
Niveau de bruit de charge [valeur efficace] [µN]*	0.1	100	1000
Taux de chargement [N/min]	jusqu'à 100	jusqu'à 300	jusqu'à 300
Gamme de profondeurs [µm]	600	1000	1000
Résolution en profondeur [nm]	0.1	0.05	0.05
Niveau de bruit en profondeur [valeur efficace] [nm]*	1.5	1.5	2.5
Fréquence d'acquisition des données [kHz]	192	192	192
Vitesse de rayure [mm/min]	0,1 à 600	0,1 à 600	0,4 à 600

Options			
Phase de chauffage jusqu'à 200 °C		✓	✓
Phase de chauffage jusqu'à 450 °C		✓	✓
Essais dans les liquides	✓	✓	✓

Test de dureté

	UNHT ³	NHT ³	Hit 300	MCT ³	UNHT ³ Bio	UNHT ³ HTV
Charge maximum indentation [mN]	100	500	500	30 000	20	100
Résolution en force [µN]	0,003	0,02	0,02	6	0,001	0,006
Niveau de bruit de charge [valeur efficace] [µN]*	<0,05	<0,5	<1	<100	0,1	0,5
Profondeur maximale d'indentation [µm]	100	200	200	1000	100	100
Résolution en profondeur [nm]	0,003	0,01	0,01	0,03	0,006	0,006
Niveau de bruit en profondeur [valeur efficace] [nm]*	<0,03	<0,15	<0,3	<1,5	0,25	0,15
Fréquence d'acquisition des données [kHz]	192	192	192	192	192	192

Options						
Mode dynamique	✓	✓	✓		✓	✓
Essais dans les liquides	✓	✓		✓	✓	
Phase de chauffage jusqu'à 200 °C	✓			✓		
Phase de chauffage jusqu'à 450 °C				✓		
Phase de chauffage jusqu'à 800 °C						✓
Support pour boîte de Pétri					✓	

Des options et accessoires supplémentaires sont disponibles sur demande : résistance au contact électrique (ECR), système de refroidissement pour basses températures (-150 °C sous vide), support de wafer, support d'échantillons multiples, ...
*Valeur de niveau de bruit spécifiée dans des conditions de laboratoire idéales et à l'aide d'une table anti-vibration.

✓ option disponible

Mesures de l'épaisseur des revêtements

Calotest Compact (CATc) Calotest Industrial (CATi) Calotest Combo (CATcombo)	
Vitesse d'arbre [t/min]	10 à 3 000
Gamme de temps d'abrasion [secondes]	1 à 10 000
Diamètres de bille standard [mm]	10 ; 15 ; 20 ; 25,4 ; 30

“ Nous avons confiance dans la haute qualité denos instruments. C’est pourquoi nous proposons une **garantie totale de trois ans**. ”

Tous les nouveaux instruments* incluront la réparation pendant 3 ans.
Vous évitez des coûts imprévus et vous pouvez vous fier à votre instrument en permanence.
En plus de la garantie, nous proposons un large éventail de services supplémentaires et d’options de maintenance.

*En raison de la technologie qu'ils utilisent, certains instruments requièrent un entretien conformément au planning de maintenance.
Les 3 ans de garantie sont conditionnés par le respect du planning de maintenance.

Service et assistance assurés directement par le fabricant

Nos services complets vous offrent une couverture individuelle optimale pour votre investissement, garantissant une productivité maximale.



LA PROTECTION DE VOTRE INVESTISSEMENT

Quelle que soit votre intensité d'utilisation, nous vous aidons à maintenir votre appareil en bon état et à protéger votre investissement – 3 ans de garantie inclus.



Temps de réponse extrêmement court
Nous savons que c'est parfois urgent. C'est la raison pour laquelle nous répondons à votre demande dans un délai de 24 heures. De vraies personnes et non des assistances virtuelles sont à votre entière disposition pour vous aider.



Des ingénieurs de service certifiés
La formation continue et minutieuse de nos experts techniques est le fondement même de notre excellence de service. La formation et la certification sont réalisées dans nos locaux.



NOTRE SERVICE EST MONDIAL

Notre large réseau de service destiné à nos clients s'étend sur 86 sites avec un total de 350 ingénieurs de service certifiés. Où que vous soyez, il y a toujours un ingénieur de service Anton Paar à proximité.

