

Analyse dynamique des images pour la
caractérisation de la taille et de la forme des particules

CAMSIZER X2

MICROTRAC
MB
PARTICLE CHARACTERIZATION





Microtrac MRB – La meilleure Caractérisation des particules

Analyse complète des granulés, poudres et suspensions

Microtrac MRB est votre partenaire préféré pour la caractérisation des systèmes dispersés. Nous fournissons à nos clients des technologies de pointe pour obtenir des résultats toujours fiables. L'innovation et la qualité sont à la base de notre succès.

Microtrac MRB propose trois lignes d'instruments avec des centres de compétence sur trois continents :

Analyse de la lumière diffusée : Microtrac MRB est un des principaux fabricants de systèmes de diffraction laser (diffusion de la lumière statique), une méthode polyvalente pour la détermination de la taille des particules. La gamme comprend également des instruments de diffusion dynamique de la lumière parfaitement adaptés à la caractérisation des nanoparticules. Le site de développement et de production de cette ligne d'instruments est situé en Pennsylvanie, aux États-Unis.

Analyse d'images : Avec le modèle CAMSIZER, Microtrac MRB fournit des systèmes de haute qualité pour la détermination de la taille et de la forme des particules, basés sur des techniques d'imagerie. Ces analyseurs d'images sont développés et fabriqués dans notre centre de compétence à Haan, en Allemagne.

Mesure de la surface et de la porosité : La surface spécifique, la valeur BET et la porosité des poudres sont déterminées par adsorption de gaz. Le centre de compétence pour cette ligne d'instruments est situé à Osaka, au Japon.

En tant que partie du Groupe Verder (Dpt Scientific), nous proposons un support mondial à travers notre réseau de filiales et distributeurs.

Modèles CAMSIZER

Analyse d'images à haute résolution de la taille et forme des particules

Avec le CAMSIZER X2 et le CAMSIZER P4, Microtrac MRB est reconnu pour l'analyse dynamique d'images. Grâce au principe unique à deux caméras, les deux instruments permettent des analyses rapides avec une excellente précision et reproductibilité sur une plage de mesure extrêmement large.

Les CAMSIZER sont parfaitement adaptés aux analyses de routine ainsi qu'aux applications de Contrôle Qualité. Grâce à un logiciel d'évaluation puissant qui fournit une multitude d'informations et de paramètres de mesure précieux, les analyseurs sont également adaptés à une utilisation dans des applications de R&D.

Le dernier développement en date, le CAMSIZER M1, mesure les particules sur la base d'une analyse statique d'image. Cette méthode est particulièrement adaptée à la détermination très précise de la taille et de la forme de très petites particules dans la gamme inférieure au microns.

- ▶ CAMSIZER X2: Analyse Dynamique d'Images des poudres et suspensions
- ▶ CAMSIZER P4: Analyse Dynamique d'Images de matériaux en vrac à écoulement libre
- ▶ CAMSIZER M1: Analyse Statique d'Images de matériaux très fins





CAMSIZER X2

Analyse flexible de la taille et de la forme à la hauteur des plus hautes exigences

Le CAMSIZER X2 est un analyseur de particules performant à usage universel et à plage de mesure très étendue qui allie la toute dernière technologie de caméra à des options flexibles de dispersion. Se basant sur le principe de l'analyse dynamique des images, le CAMSIZER X2 fournit des informations précises sur la taille et la forme des particules de poudres, granulés et suspensions, dans une plage de mesure qui s'étend de 0,8 μm à 8 mm.

L'analyse avec le CAMSIZER X2 est basée sur la génération d'un flux de particules qui est caractérisé dans ses moindres détails et avec une grande exactitude par un système optique. Des sources lumineuses stroboscopiques à LEDs ultra-claires

et deux caméras numériques à haute résolution parviennent à une cadence d'enregistrement de plus de 300 images par seconde qu'un logiciel performant évalue en temps réel. C'est ainsi que le CAMSIZER X2 met seulement une à trois minutes pour détecter entre plusieurs centaines de particules et des millions de particules.

Le CAMSIZER X2 fournit de nombreuses informations sur les particules qui permettent une caractérisation exhaustive et fiable de la matière échantillonnée considérée. Il convient à merveille pour le domaine de la recherche et du développement ainsi que pour les procédures de routine dans le cadre du contrôle de la qualité.

Analyseur de particules CAMSIZER X2

- ▶ Analyse de la taille et de la forme de particules de 0,8 μm à 8 mm moyennant l'analyse d'images numérique et dynamique (ISO 13322-2)
- ▶ Analyse précise de distributions granulométriques étalées
- ▶ Excellente résolution pour les distributions étroites ou plurimodales
- ▶ Détection d'infimes quantités de « grains déclassés », trop petits ou trop gros
- ▶ Résultats compatibles avec l'analyse par tamisage et la diffraction laser
- ▶ Nombreuses options d'évaluation (différents repères de taille, paramètres de forme, base de données des particules, évaluation image par image, etc.)
- ▶ Excellente reproductibilité
- ▶ Temps de mesure entre 1 et 3 minutes, débit d'échantillons élevé
- ▶ Système « X-Change » modulaire pour une mesure en voie sèche et humide
- ▶ LEDs ultra-puissantes et caméras à haute résolution pour les meilleurs résultats possibles
- ▶ Maniement simple, quasiment exempt d'entretien





Plage de mesure extrêmement étendue grâce à la Dual Camera Technology

Le principe de mesure à deux caméras inventé par Microtrac MRB, unique pour l'analyse des particules, représente une avancée majeure dans le développement de l'analyse dynamique des images. L'utilisation simultanée de deux caméras numériques à haute résolution et à échelle de reproduction différente garantit une plage de mesure dynamique extrêmement étendue, sans ajustement ni modification du matériel et sans aucun compromis en matière de précision.

Chaque caméra assume une tâche spécifique dans sa plage granulométrique : la caméra ZOOM détecte les petites particules avec une très grande précision tandis que la caméra STANDARD enregistre les grosses particules avec une excellente statistique de mesure.

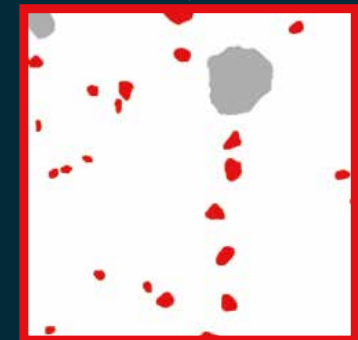
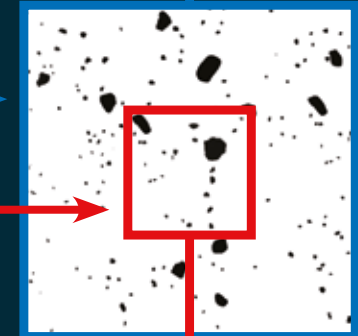
Un algorithme spécial réunit les informations des deux caméras et fournit des résultats exacts dans une plage granulométrique de quatre décades !

Le principal inconvénient de nombreux analyseurs d'images est ainsi surmonté. En effet, en cas de distributions granulométriques étalées, les systèmes avec une seule caméra comme les microscopes, par exemple, ne sont pas en mesure d'analyser correctement les fines particules faute d'avoir une résolution satisfaisante ou bien ils perdent les grosses particules à cause d'un champ de vision trop restreint.



Principe de mesure

La mesure est effectuée par le biais de deux caméras : la caméra STANDARD (bleu) analyse les grosses particules, la caméra ZOOM (rouge) analyse les petites particules. Peu importe la taille des particules, les conditions de mesure ainsi créées sont optimales.



Système X-Change à modules interchangeables pour un maximum de flexibilité

La bonne préparation d'un échantillon, sa désagglomération et la dispersion des particules avant la traversée de la zone de mesure sont tout aussi importantes que l'analyse en soi. Tout particulièrement avec les poudres fines qui ont tendance à s'agglomérer, la dispersion a un impact décisif sur la pertinence des résultats. Différents modes d'acheminement de l'échantillon vers la zone de mesure sont ainsi nécessaires pour réussir à désagréger les agglomérats sans pour autant détruire les particules individuelles, raison pour laquelle le CAMSIZER X2 dispose de trois options de dispersion :

► Dispersion par air comprimé

Pour une bonne analyse des échantillons poudreux, le CAMSIZER X2 travaille avec l'insert X-Jet qui disperse la matière à analyser par le biais d'une buse Venturi. La mesure proprement dite des particules a alors lieu dans le flux d'air. La pression de dispersion est ajustable de 5 kPa à 460 kPa. Des conditions d'analyse optimales sont ainsi garanties pour chaque échantillon.

► Dispersion dans un liquide

L'analyse des particules dans des liquides est également possible avec le CAMSIZER X2 grâce au module X-Flow. La suspension s'achemine en circuit fermé et traverse une cellule en verre où les particules sont détectées par les caméras. Le dispositif à ultrasons intégré permet en outre d'optimiser la dispersion.

► Dispersion sous l'effet de la gravité

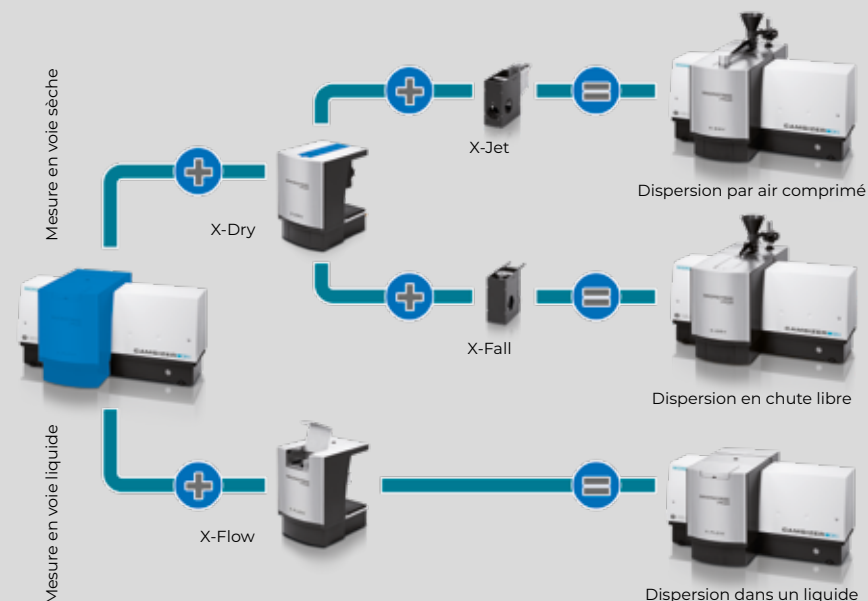
Les échantillons fragiles peuvent également être analysés en chute libre avec l'insert X-Fall. La mesure est totalement non destructrice et présente l'avantage de pouvoir recueillir l'échantillon après l'analyse.





Conception modulaire pour un maximum de flexibilité

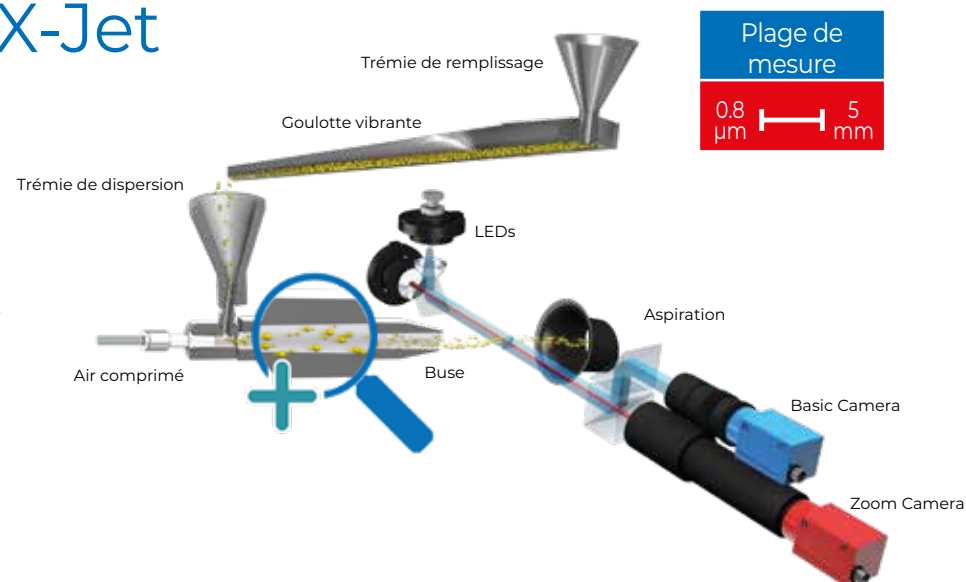
La dispersion, soit la séparation des particules avant leur passage à travers la zone de mesure, est une condition essentielle pour l'obtention de résultats de mesure corrects. Avec son système modulaire **X-Change**, le CAMSIZER X2 offre **trois options** de dispersion qui permettent de recourir au procédé optimal pour chaque échantillon. Il est ainsi possible de choisir entre la dispersion dans un liquide avec le module **X-Flow** et la mesure en voie sèche, soit en chute libre avec l'insert **X-Fall**, soit dans un flux d'air avec l'insert **X-Jet**. Les modules et inserts se changent facilement et rapidement, ce qui facilite grandement le travail avec le CAMSIZER X2.



Dispersion par air comprimé avec X-Jet

Les interactions et forces entre surfaces de nombreuses matières entraînent la formation d'agglomérats que l'insert X-Jet permet de fragmenter efficacement dans un flux d'air traversant une buse Venturi. Ce faisant, la pression de dispersion est ajustable. Les granulés fragiles peuvent ainsi être analysés sans être détruits avec une faible pression. Après son passage à travers la zone de mesure, la matière échantillonnée est automatiquement enlevée de l'appareil à l'aide d'un aspirateur.

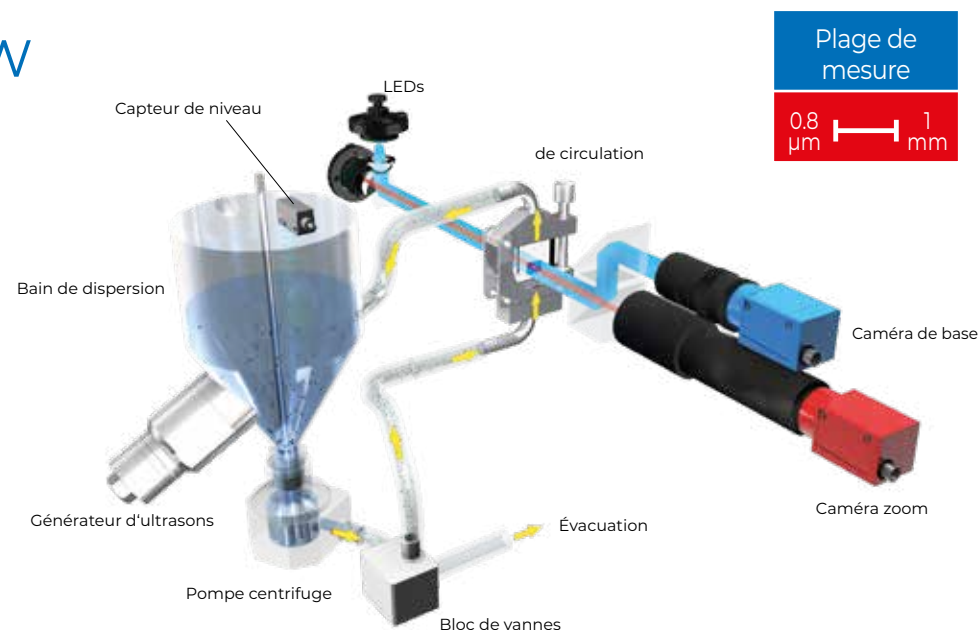
- ▶ Pression de dispersion ajustable de 5 kPa à 460 kPa
- ▶ Dispersion efficace, aussi pour des particules < 10 µm
- ▶ Mesure sans détérioration des échantillons fragiles
- ▶ Analyse rapide de grandes quantités d'échantillon
- ▶ Différentes sections de buse



Mesure en voie liquide avec X-Flow

Le module de dispersion liquide X-Flow analyse des suspensions dans une plage allant de 0,8 μm à 1 mm. La matière échantillon s'achemine en circuit fermé d'un bain de dispersion à la cuve de mesure où les particules sont détectées par le système de caméras. Pour une bonne dispersion, le module X-Flow est équipé en standard d'un générateur d'ultrasons et d'une puissante pompe à circulation. Outre l'eau ou l'alcool, il est aussi possible d'utiliser des solvants organiques apolaires comme milieu de dispersion.

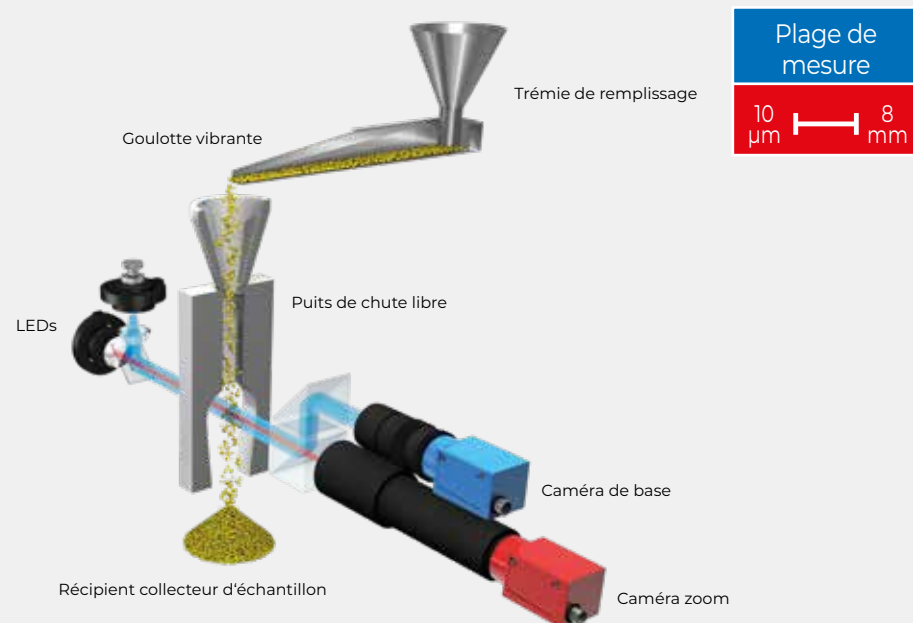
- Analyse de suspensions
- Excellente dispersion, y compris par ultrasons
- Bonne résistance aux solvants organiques
- Différentes cuves disponibles



Mesure en chute libre avec X-Fall

L'insert X-Fall convient pour l'analyse de matières qui s'écoulent facilement sans former d'agglomérats. La mesure est totalement non destructive étant donné que les particules tombent directement de la goulotte dans la zone de mesure. L'insert X-Fall permet de détecter des particules jusqu'à 8 mm, la probabilité de détection des grains non conformes, trop grands, est extrêmement élevée. Contrairement à ce qu'il en est avec la dispersion par air comprimé, il est possible de recueillir l'échantillon après la mesure.

- Mesure absolument non destructive
- Analyse de particules jusqu'à 8 mm
- Récupération complète de l'échantillon



Options variées de mesure et d'évaluation

Tous les paramètres en un coup d'œil : l'analyse dynamique des images fournit une foule d'informations sur la matière échantillon considérée. Le logiciel performant du CAMSIZER détecte des dizaines de paramètres pour chaque particule et présente les résultats dans un protocole de mesure clair et conforme aux normes en vigueur. Ce logiciel inclut bien entendu un large choix de fonctions d'exportation de même qu'il permet l'élaboration de tableaux récapitulatifs ou d'analyses de tendance.

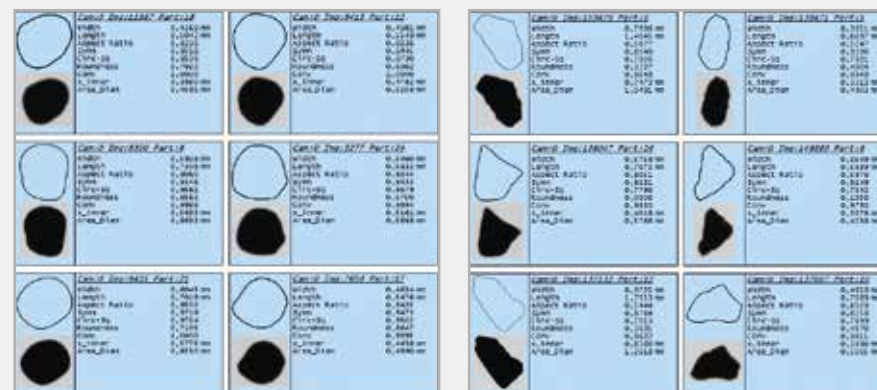
Des spécifications du produit peuvent être consignées dans le programme et vérifiées automatiquement. Une fonction mot de passe protège les réglages de mesure contre tout changement intempestif. Il suffit d'une brève initiation au logiciel pour être capable de réaliser des analyses correctes.



Interface utilisateur du logiciel du CAMSIZER

Évaluation détaillée avec le Particle X-Plorer

L'évaluation d'un très grand nombre de particules en très peu de temps est un atout majeur de l'analyse dynamique des images. Pour un temps de mesure typique de 2 à 3 minutes, les résultats sont pour la plupart basés sur des centaines de milliers de particules individuelles et donc statistiquement très significatifs. Du reste, il est souvent demandé de représenter l'évaluation de particules isolées avec le résultat. Le module logiciel Particle X-Plorer innovant importe les informations sur les particules isolées dans une base de données par le biais de laquelle il est possible de trouver et d'afficher de manière ciblée les particules avec des propriétés ou associations de propriétés particulières. Cela facilite l'étude de l'application, aide à interpréter les résultats de mesure et à mieux comprendre la matière échantillon considérée. D'autres options du Particle X-Plorer sont la réalisation de nuages de points en 3D ainsi que le filtrage ultérieur et le renouvellement de l'évaluation de jeux de données complets.

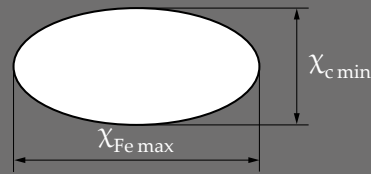


Échantillon de sable avec des grains arrondis

Échantillon de sable avec des grains friables

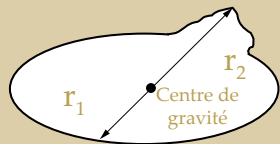
FACTEUR DE FORME

$$\frac{\chi_{c \min}}{\chi_{Fe \max}}$$

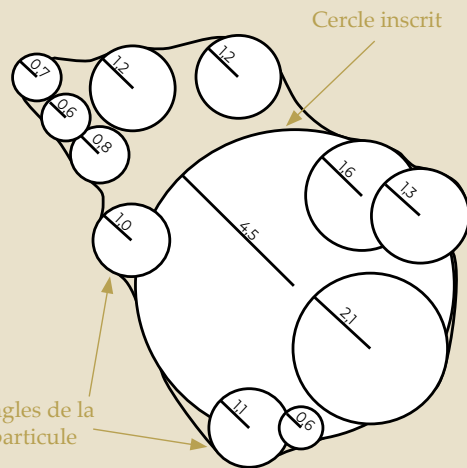


SYMÉTRIE

$$\frac{1}{2} \left[1 + \min \left(\frac{r_1}{r_2} \right) \right]$$



RONDEUR



$$= \frac{\text{Rayon moyen des angles}}{\text{Cercle inscrit}}$$

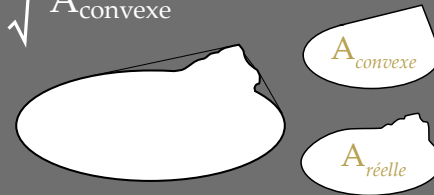
CIRCULARITÉ

$$\sqrt{\frac{4 \pi A}{U^2}}$$



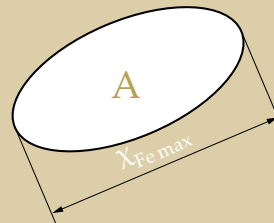
CONVEXITÉ

$$\sqrt{\frac{A_{réelle}}{A_{convexe}}}$$



COMPACITÉ

$$\sqrt{\frac{4 A}{\pi \chi_{Fe \max}}}$$



$\chi_{c \min}$ = Largeur
 $\chi_{Fe \max}$ = Longueur
 A = Aire
 U = Périmètre

L'analyse d'images est la seule méthode à fournir des informations sur la forme des particules

La masse volumique apparente, la fluidité, l'aptitude au compactage, le comportement au refoulement et la surface des matières en vrac sont également influencés par la morphologie des particules. Aussi est-ce un indicateur de processus et de qualité important dans de nombreux champs d'application.

Quelques exemples :

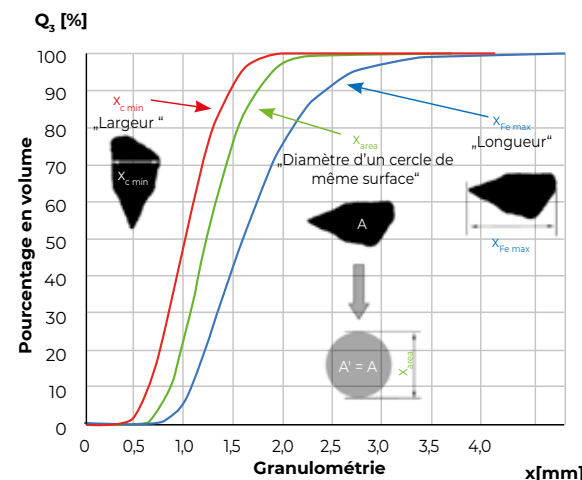
- Friabilité des abrasifs
- Analyse de la proportion de brisures et de fragments dans les granulés
- Identification des agglomérats
- Analyse de la rondeur des poudres plastiques et métalliques pour la fabrication additive en termes de fluidité et de densité de tassement
- Longueur et diamètre de cristaux aciculaires
- Analyse de la rondeur du sable pour juger de son éventuelle utilisation comme matériau de construction ou de renfort ou pour des études géologiques

Les paramètres pour quantifier la forme sont variés (cf. figure ci-contre). La forme d'un grain est non seulement décrite par le rapport entre la largeur et la longueur (rapport d'aspect) mais aussi par la circularité (calculée à partir du rapport entre l'aire et le périmètre), la symétrie, la convexité et la compacité. On entend par rondeur le degré de l'arrondi des arêtes d'une particule.

Comparaison possible avec l'analyse par tamisage et la diffraction laser

La « taille » est clairement définie uniquement pour les particules sphériques : il n'y a qu'un seul et même diamètre dans toutes les directions et toutes les orientations. Dans le cas de particules quelconques, les attaches déterminées peuvent par contre être complètement différentes suivant l'orientation et la direction de mesure considérées. Avec l'analyse par tamisage classique, les particules sont séparées selon leur taille par un treillis métallique d'ouverture de

mailles variable. La maille la plus petite à travers laquelle une particule peut passer est définie par la plus petite surface de projection de cette dernière. Par conséquent, l'analyse par tamisage consiste en la mesure de particules dans une orientation préférentielle et a plutôt tendance à fournir des informations sur la largeur des particules. Dans le cas de l'analyse granulométrique par diffraction laser, toutes les données de mesure se réfèrent au diamètre d'une particule sphérique qui sert de modèle. Seule l'analyse d'images offre différentes définitions de la taille qu'il est possible de déterminer simultanément. Suivant le repère de taille utilisé, les résultats sont ainsi comparables à ceux obtenus avec d'autres méthodes.



L'analyse dynamique des images peut utiliser différentes définitions de la taille

Le grand atout de l'analyse dynamique des images est la possibilité de mesurer aussi bien la largeur que la longueur d'une particule pour ainsi fournir une distribution granulométrique basée sur ces paramètres. Le paramètre largeur de la particule (courbe rouge) permet d'établir une comparaison avec l'analyse par tamisage.

Analyse par tamisage, diffraction laser, analyse d'images statique ou dynamique ?

Comparaison des différentes méthodes de mesure

CARACTÉRISTIQUES	Analyse dynamique des images	Analyse par tamisage (RETSCH)	Diffraction laser	Analyse statique d'images
Dynamique de mesure importante	+++	++	+++	-
Reproductibilité et répétabilité	+++	++	+++	-
Haute résolution pour les distributions granulométriques étroites	+++	-	-	+++
Analyse de la forme des particules	+++	-	-	+++
Direct measurement technique	+++	+++	-	+++
Résultats de mesure compatibles avec d'autres méthodes	++	-	-	-
Détection fiable des grains non conformes, trop gros	++	+++	-	-
Équipement robuste, facile à manipuler pour les analyses de routine au quotidien	+++	+++	+++	-
Analyse de particules individuelles	++	-	-	+++
Débit d'échantillons élevé, brefs temps de mesure	+++	-	+++	-
Plage de mesure	0.8 µm – 135 mm	10 µm – 125 mm	10 nm – 5 mm	0.5 µm – 1.5 mm

Métallurgie des poudres

En métallurgie des poudres, les exigences à satisfaire par les matériaux utilisés sont variées et dépendent du procédé. Pour la fabrication additive, par ex. le frittage sélectif par laser, il importe surtout que les particules de poudre soient de taille uniforme et de forme sphérique. Notre exemple montre une sélection d'analyses de poudres métalliques variées, réalisées avec le CAMSIZER X2 dont l'excellente résolution permet de caractériser ces poudres en ce qui concerne leur adéquation pour les procédés du domaine de la métallurgie des poudres. Les particules non sphériques, fondues ou cassées, sont détectées de manière fiable et quantifiées correctement. Le CAMSIZER X2 peut même facilement analyser les poudres métalliques à particules de taille moyenne < 10 µm qui sont utilisées pour le moulage par injection de métal (MIM).

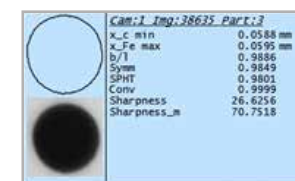
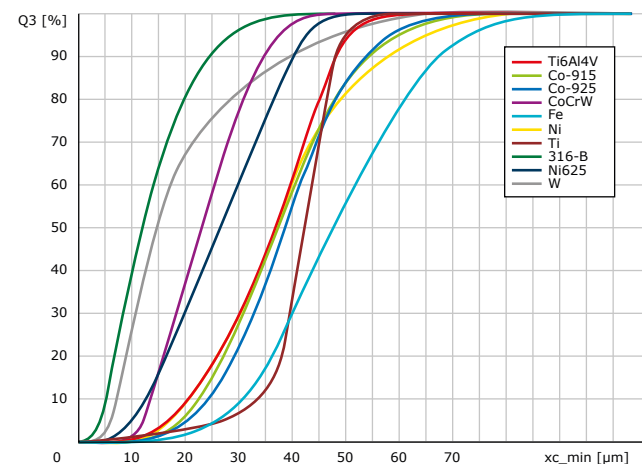
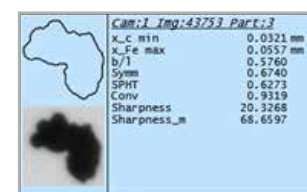


Image d'une particule de poudre métallique sphérique

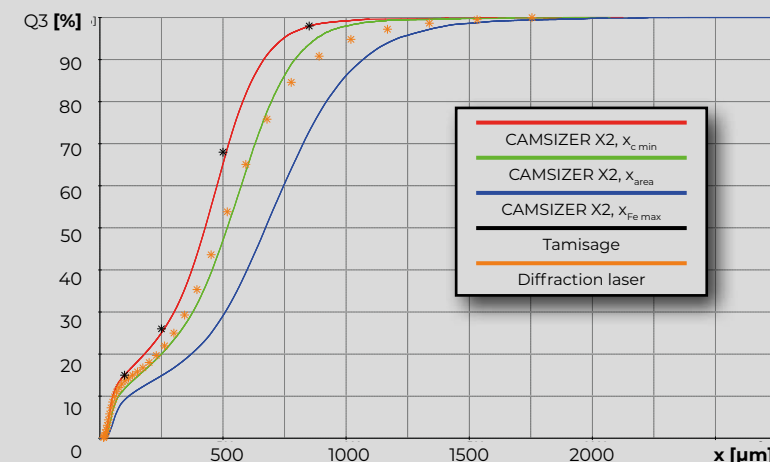


Les particules irrégulières sont détectées avec fiabilité

Café moulu

Comparaison possible avec l'analyse par tamisage et la diffraction laser

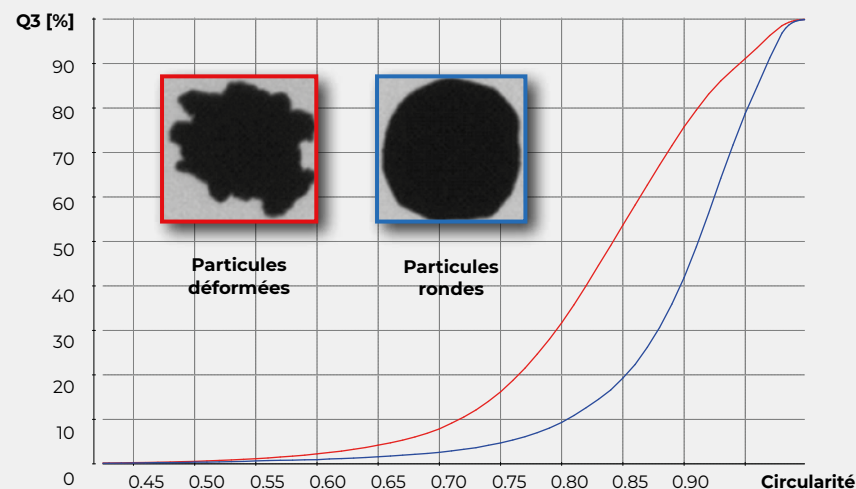
La distribution granulométrique de la mouture de café détermine les propriétés d'extraction et a donc un impact décisif sur la saveur. Différentes méthodes de préparation (café filtre, expresso, etc.) exigent différents degrés de mouture. La distribution granulométrique de la mouture de café va souvent jusqu'à 1 mm avec une part significative de matière fine. Avec le CAMSIZER X2, l'intégralité du spectre granulométrique peut être détectée rapidement et avec fiabilité. Suivant le repère de taille choisi, les résultats sont similaires à ceux obtenus avec d'autres procédés. Dans le cas de l'analyse par tamisage, les particules passent à travers les mailles avec leur plus petite surface de projection. Les résultats correspondent donc à la définition de la taille le C en indice. Avec l'analyse par diffraction laser, toutes les données de mesure se réfèrent au diamètre de particules idéalement sphériques. Le résultat coïncide donc au mieux avec la définition de la taille x-area.



Produits pharmaceutiques et aliments

Analyse de granulés, substances actives et adjuvants

Le CAMSIZER X2 se prête parfaitement à l'analyse de la taille et de la forme des particules des produits pharmaceutiques les plus divers. Une application typique est l'analyse de pellets et granulés en tous genres qu'il est possible de mesurer en voie sèche rapidement et exhaustivement avec l'insert X-Fall ou X-Jet. Grâce à la flexibilité des options de dispersion, les substances actives et les adjuvants sous forme de poudre fine et cristalline ou micronisée (cellulose, acide citrique, etc.) peuvent eux aussi être caractérisés facilement et correctement. Avec le module logiciel « AuditTrailManager », le CAMSIZER X2 répond aux exigences de la réglementation 21 CFR part 11 de la FDA. L'exemple montre les résultats obtenus pour deux granulés de taille similaire mais dont la forme des particules est complètement différente.

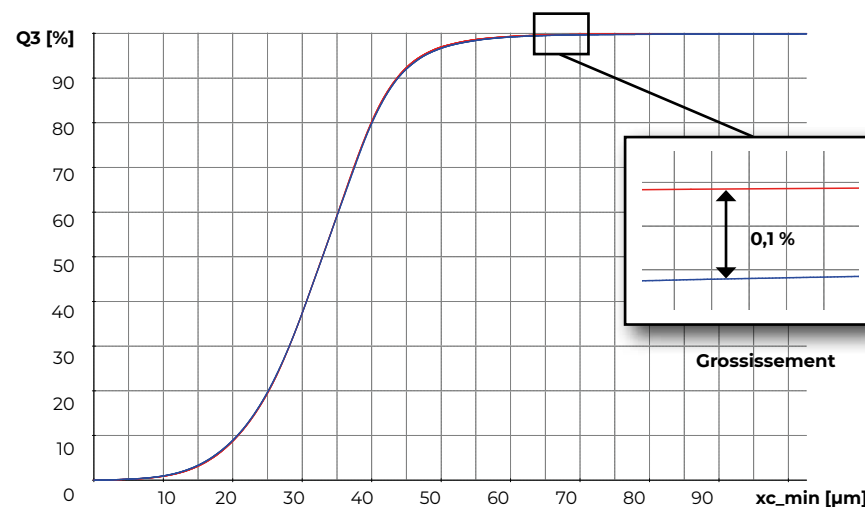


Minéraux et matériaux de construction

Détection précise des particules non conformes

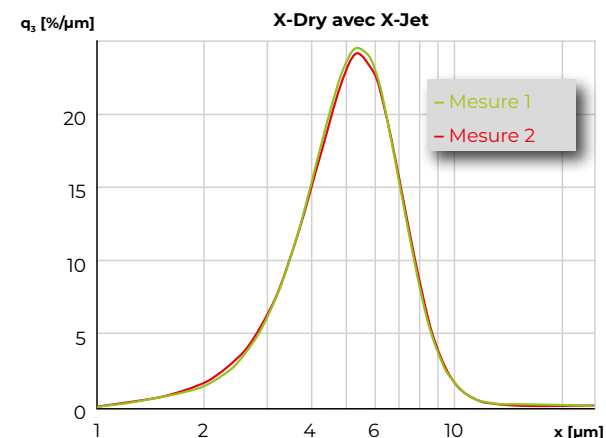
Le CAMSIZER X2 convient pour l'analyse des matières premières minérales et matériaux céramiques les plus divers. Un débit d'échantillons élevé, une excellente précision et une grande sensibilité aux moindres variations de la qualité du produit font du CAMSIZER X2 un instrument de mesure idéal pour un contrôle qualité sans faille.

Pour de nombreuses applications, la détection fiable de quantités infimes de particules trop grandes est d'une importance cruciale. Dans cet exemple d'application, quelques particules grossières (0,1 % poids) ont été mélangées à un échantillon de plâtre dont les particules sont toutes inférieures à 100 µm. Le CAMSIZER X2 reconnaît très bien la faible proportion de particules non conformes.



Mesure en voie sèche aussi pour les petites particules

L'insert « X-Jet » est le bon choix pour mesurer les fines poudres avec précision et de manière reproductible. Cet exemple montre un échantillon de micro-abrasif au carbure de silicium (SiC) dont la granulométrie entre 1 μm et 12 μm se situe dans la partie inférieure de la zone de mesure du CAMSIZER X2. Grâce à la grande profondeur de champ, à des sources de lumière pulsée ultrapuissantes et à de brefs temps d'exposition, il est même également possible de détecter des particules volantes à déplacement très rapide de seulement quelques micromètres. L'analyse précise de la distribution des grains abrasifs garantit un bon ratio vitesse d'abrasion / rugosité de la surface.



Accessoires et options

La configuration optimale pour chaque application

Afin de satisfaire aux exigences d'applications particulières, Microtrac MRB propose différents assortiments de trémies et de goulottes (1). Des cuves et buses de dispersion de différentes sections (2) sont également disponibles afin de créer des conditions de mesure optimales pour chaque application. Un objet de référence de haute précision (3) permet à l'opérateur de calibrer le CAMSIZER X2 en seulement une minute. Différents diviseurs d'échantillons (4) garantissent des fractions représentatives d'échantillons de poudres, granulés et maintes autres matières en vrac.

①



②



③



④



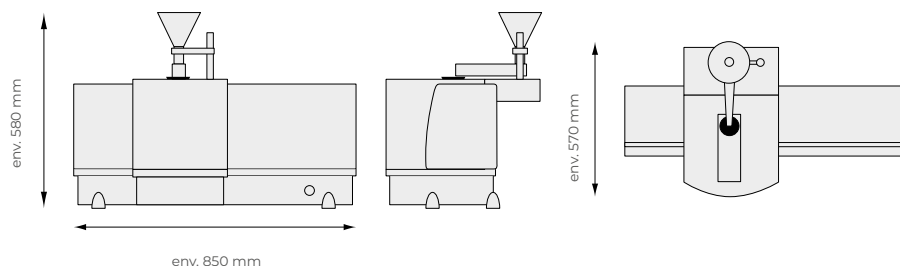
Le CAMSIZER X2 en un coup d'œil

Données techniques

CAMSIZER® X2

Plage de mesure	Module « X-Dry » avec « X-Fall »	10 µm à 8 mm
	Module « X-Dry » avec « X-Jet »	0,8 µm à 5 mm
	Module « X-Flow »	0,8 µm à 1 mm
Principe de mesure	Analyse d'image dynamique (ISO 13322-2)	
Temps de mesure	Env. 1 à 3 min (selon la statistique de mesure souhaitée)	
Nombre de caméras	2	
Quantité d'échantillon	<20 mg à 500 g (selon le type d'échantillon et le mode de mesure)	
Vitesse de mesure	>300 images/seconde	
Zone de mesure	Env. 20 x 20 mm	
Résolution	0,8 µm par pixel	
Paramètres de mesure	Taille des particules	plus petit diamètre, longueur, diamètre moyen, etc.
	Forme des particules	rapport d'aspect largeur/longueur, symétrie, rondeur, convexité, etc., selon ISO 9276-6
Données de l'appareil	Dimensions (H x l x P)	env. 580 x 850 x 570 mm
	Poids (sans PC)	env. 50 kg
	Alimentation en air comprimé	env. 6 bar
	Consommation d'air comprimé	env. 25 - 140 l/min (selon la pression de dispersion)

Le CAMSIZER X2 est bien sûr certifié CE et satisfait aux directives et normes applicables. Le module « X-Dry » est livré avec un aspirateur.



CAMSIZER P4

Avec le CAMSIZER P4, Microtrac MRB propose un autre analyseur de particules performant, spécialement conçu pour l'analyse des matières en vrac sèches et qui s'écoulent facilement. Tout comme le CAMSIZER X2, le modèle P4 est lui aussi basé sur la technologie éprouvée à deux caméras. Le CAMSIZER P4 analyse tous les échantillons en chute libre (comme avec l'insert X-Fall) et avec sa plage de mesure allant de 20 µm à 30 mm, il est tout indiqué pour remplacer l'analyse par tamisage qui prend du temps et peut générer des erreurs. Le matériel robuste et le logiciel orienté application permettent un débit d'échantillons élevé pour un minimum d'entretien et un haut niveau d'automatisation. Il existe pour le CAMSIZER P4 un système automatique d'alimentation de l'échantillon qui réduit au maximum la charge de travail pour chaque analyse.

Pour plus d'informations, rendez-vous sur www.microtrac.com/camsizerP4





Microtrac Retsch GmbH

Retsch-Allee 1-5 · 42781 Haan · Allemagne
Téléphone +49 2104 2333-300 · info@microtrac.com

Microtrac Inc.

215 Keystone Drive · PA-18936 Montgomeryville · USA
Téléphone 1-888-643-5880 · marketing@microtrac.com

MicrotracBEL Corp.

8-2-52 Nanko-Higashi · Suminoe-ku · Osaka 559-0031 · Japon
Téléphone +81-6-7166-2161 · sales@microtrac-bel.com

www.microtrac.com

part of **VERDER**
scientific