

Taille des particules



Forme des particules



Sysmex

FPIA



3000

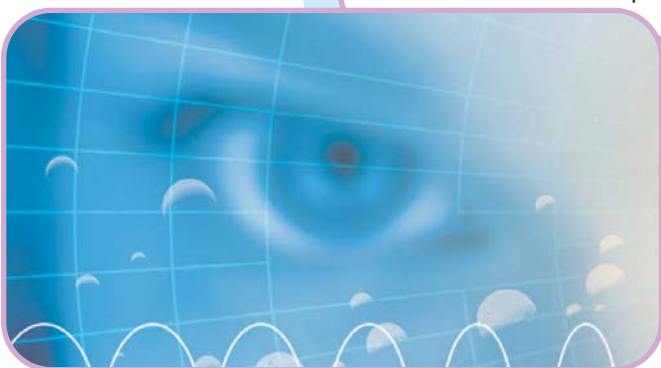
Analyse d'images de la taille et de la forme des particules

## L'analyse d'images appliquée à la taille et à la forme

Comme la connaissance de votre produit et la production qui y est associée est en constante évolution, vous devriez reconnaître que vous avez de plus en plus besoin d'un outil d'analyse de haute sensibilité. L'analyse d'images est une technologie performante qui est sensible à de subtiles variations de la forme des particules ainsi qu'à la présence d'un petit nombre de très petites particules. Des échantillons qui ne pouvaient être différenciés auparavant par les autres techniques peuvent être analysés aujourd'hui grâce au Sysmex FPIA-3000.



Le Sysmex FPIA-3000 (Flow Particle Image Analysis) permet une analyse automatique de la taille et de la forme des particules de manière fiable, reproductible et routinière. La caractérisation des particules est effectuée en un temps très court – typiquement en moins de 3 minutes pour des centaines de milliers de particules et avec une préparation minimale de l'échantillon. Des informations complémentaires sur chaque particule individuellement sont acquises à partir de l'échantillon et les distributions de taille et de forme sont illustrées par des images de chaque particule afin de fournir des moyens de vérification visuelle complémentaire aux mesures.



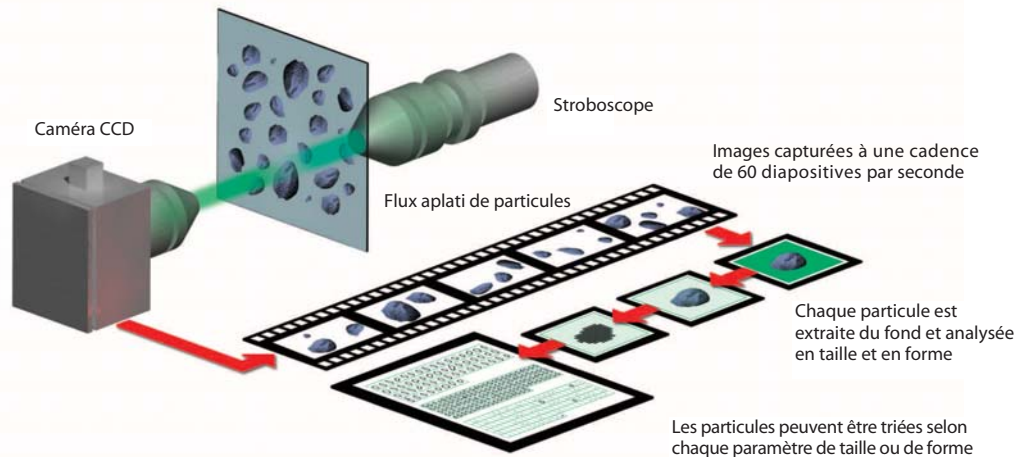
## Ce que vous permet le FPIA-3000

### Vous avez demandé Nous vous donnons

Une solution simple et robuste	La facilité d'utilisation. Préparer votre échantillon et appuyez sur "Go"! Sans configuration complexe ou de procédure d'installation. Le FPIA-3000 a été conçu pour un environnement "QC" où la simplicité et la rapidité sont des éléments primordiaux.
Une sensibilité à la forme	Les particules sont caractérisées par de nombreux paramètres morphologiques comme le diamètre du cercle équivalent, la circularité et la convexité. Pour chacun de ces paramètres, une distribution statistique est calculée et combinée dans un graphique 2D. Ce graphique représente la carte d'identité de l'échantillon. Il représente une information de haute qualité qui peut être utilisée afin de prendre des décisions plus documentées et plus rapides ainsi que de distinguer les différents échantillons susceptibles de ne pas être différenciés par un microscope ou un par granulomètre classique.
Signification statique	Une représentation statique significative de particules (plus de 360 000) est analysée automatiquement en un temps minimum.
Des images que vous puissiez observer	Toutes les images de toutes les particules sont sauvegardées pour des observations ultérieures. Chacune de ces images conserve le lien avec la distribution, permettant la visualisation ultérieure des particules dans des zones particulières de la distribution, afin d'explorer des anomalies ou des agglomérats par exemple.
Une compatibilité avec tous les solvants que j'utilise	2 versions du FPIA-3000 sont disponibles : la version standard en voie liquide, conçue pour les mesures dans l'eau et les alcools, et une version compatible avec les solvants qui est destinée à l'utilisation de solvants organiques plus agressifs.
Une orientation non aléatoire	Une orientation selon la plus grande dimension. Une orientation aléatoire des particules réduit de façon significative la validité des données. La constance dans l'orientation est importante pour la représentation statistique de la taille et de la forme. La canalisation hydrodynamique est un principe breveté qui assure que toutes les particules soient dans la zone de netteté et orientées de façon constante avec leur plus grande dimension face à la caméra.
Conforme à la réglementation	L'appareil fournit une conformité technique au chapitre 11 de CFR 21.
Un produit et une société à l'avenir sécurisé	Malvern Instruments s'engage à fournir un support structuré ainsi qu'un haut niveau de connaissances en matière d'applications et de services clients.

## Comment cela fonctionne-t'il ?

### 1 Dispersion de l'échantillon et capture de l'image



Un échantillon est prélevé à partir d'une suspension diluée de particules. Cette suspension est ensuite passée à travers une cellule de mesure dans laquelle les images des particules sont capturées via un éclairage stroboscopique et une caméra CCD.

Le système contient un processeur d'image breveté très rapide. A la suite d'une série de traitements numériques sophistiqués, chaque particule est extraite du fond et analysée.

#### Flux aplati de particules

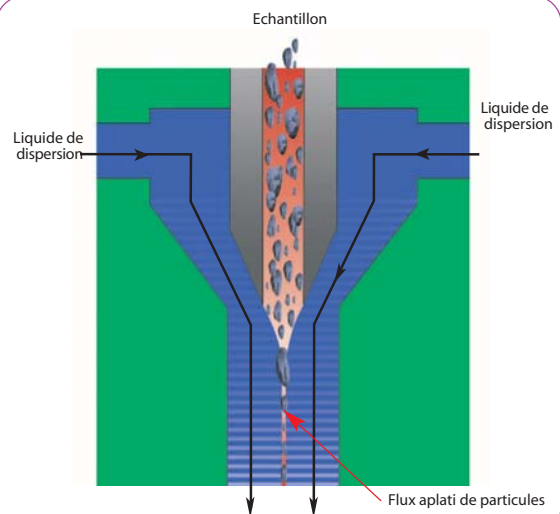
La cellule à canalisation hydrodynamique est le cœur du FPIA-3000. Son design et sa technologie sont des points centraux de la capacité unique d'imagerie de l'instrument. Son objectif est d'optimiser le flux des échantillons afin de produire une présentation idéale des particules face à l'objectif.

L'échantillon est introduit dans la cellule de mesure par une buse. Ce flux d'échantillon est pris en sandwich par le liquide de canalisation. Cela transforme la suspension de particules en un flux aplati par effet hydrodynamique.

#### Une analyse d'image réussie à chaque fois

Le flux de particules permet à toutes les particules de l'échantillon de se présenter dans la même zone de netteté et d'être orientées selon leur plus grande dimension face à la caméra. Par conséquent, la capture de l'image est toujours réussie et chaque particule est nettement définie.

Jusqu'à 300.000 particules peuvent être analysées et leur image sauvegardée, fournissant ainsi des données qualitatives avec un haut degré quantitatif.



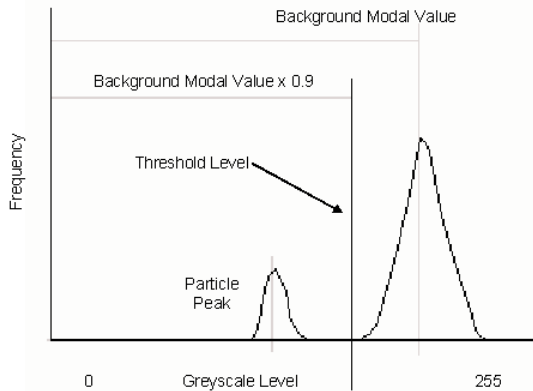
## L'extraction d'image

### Le seuil

Identifier les pixels appartenant aux particules par rapport aux pixels du fond en utilisant une échelle de gris

### Définition du contour

Tracer le périmètre des particules individuelles et calculer leur surface

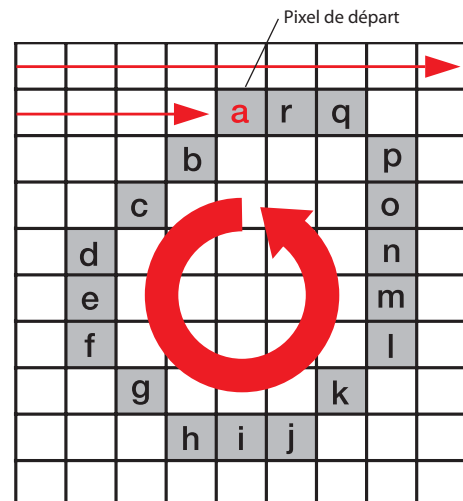


### Le seuillage

Les données brutes sont nettoyées afin de supprimer le bruit de fond et une correction de ce fond est effectuée pour éliminer tout défaut d'uniformité de l'éclairage. Une valeur de seuil, qui correspond à un pourcentage sur une échelle de gris, est ensuite appliquée. Cette valeur est définie par l'utilisateur en fonction de l'échantillon mais est généralement fixée à environ 90% de la valeur centrale du fond. Chaque pixel plus sombre que cette valeur seuil est ensuite défini comme une particule et chaque pixel plus clair est donc considéré comme faisant partie du fond.

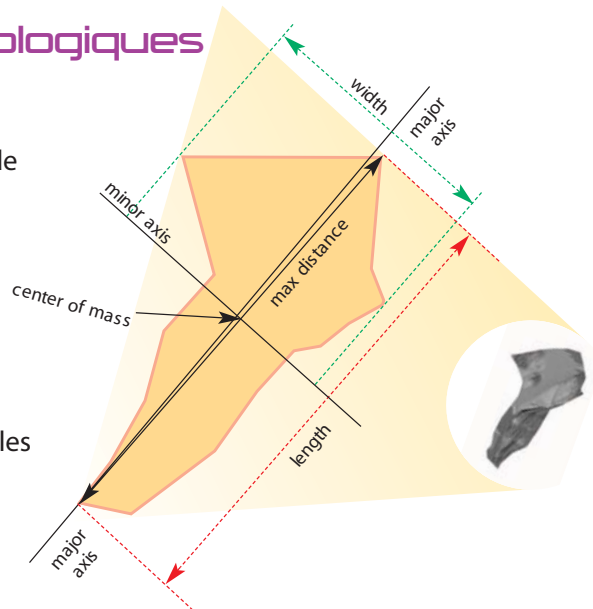
### Définition des contours

Le périmètre de la particule est tracé selon une technique connue sous le nom de chaîne de codes qui assignent une valeur hexadécimale à chaque pixel reflétant ainsi sa relation avec son voisin immédiat. Par exemple, un pixel sur une ligne droite avec 2 pixels voisins (pixel "e" dans le diagramme) aura une valeur différente d'un pixel dans un coin (pixel "d"). Toute cette chaîne de valeurs est ensuite additionnée pour la particule entière, donnant une valeur de périmètre plus précise que s'il était calculé juste en comptant les pixels et en leur donnant à tous un poids égal.



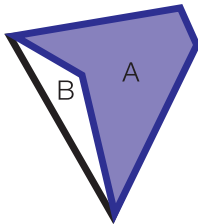
## Calcul : Paramètres morphologiques

Suite à l'extraction des objets de l'image, un certain nombre de paramètres morphologiques est calculé. Ces paramètres de forme permettent un processus de caractérisation bien plus sensible car ils soulignent les variations très subtiles de la forme des particules qui pourraient ne pas être détectées par l'utilisation d'un microscope ou par des techniques traditionnelles de granulométrie.



Paramètres	Définition
Diamètre CE (basé sur le Nombre, Surface, Volume)	Le diamètre d'un cercle ayant une surface identique à la particule – 3 valeurs sont données - (N) pondérée par le nombre (toutes les particules pondérées de façon identique dans la distribution), (S) pondérée par la superficie (les particules pondérées proportionnellement à leur surface – une particule de superficie 2 fois plus grande contribuera 2 fois plus au pourcentage de densité de la distribution) et (V) pondérée par le volume (les particules sont pondérées en fonction de leur volume).
Périmètre	Périmètre effectif de la particule.
Superficie	Superficie de la particule.
Longueur	toutes les lignes possibles d'un point du périmètre à un autre point du périmètre sont projetées sur l'axe principal (l'axe de la rotation d'énergie minimale). La longueur maximale de ces projections est la longueur de l'objet.
Largeur	Toutes les lignes possibles d'un point du périmètre à un autre point du périmètre sont projetées sur l'axe secondaire. La longueur maximale de ces projections est la largeur de l'objet.
Distance maximale	Plus grande distance entre chaque couple de 2 pixels dans une particule.
Distance minimale	Projection à 90° par rapport à la distance maximale.
Diamètre de Feret (horizontal et vertical)	En fonction de la façon dont la particule est orientée, les dimensions externes horizontales et verticales comme obtenues avec un pied à coulisse.
Diamètre de Martin (horizontal et vertical)	En fonction de la façon dont la particule est orientée, les dimensions verticales et horizontales passant par le centre de gravité.
Diamètre de Krumbein (horizontal et vertical)	En fonction de l'orientation de la particule, les mesures internes horizontales et verticales maximales mesurées parallèlement à l'horizontale et à la verticale.
Diamètre du disque équivalent	Diamètre d'un cercle de périmètre équivalent au périmètre de la particule.

## Paramètres morphologiques (suite)



$$\text{Convexité} = \frac{A}{A + B}$$

### Convexité

La convexité est le rapport entre la surface de la particule et la surface délimitée par un ruban imaginaire tendu autour de la particule. La convexité se situe une échelle de valeur comprise entre 0 et 1. Une particule convexe présentera une convexité de 1 tandis qu'une particule concave aura une convexité tendant vers 0.

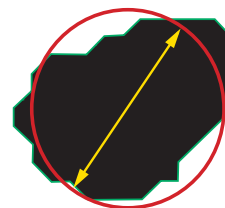
### Paramètres

### Définition

Périmètre convexe	Le périmètre de la surface convexe est la forme définie par des bandes élastiques que l'on aurait étirées autour de la particule.
Surface convexe	Surface convexe.
Intensité moyenne	Moyenne de toutes les valeurs en échelle de gris de chaque pixel de la particule.
Ecart type de l'intensité	Ecart type de toutes les valeurs de chaque pixel de la particule sur l'échelle de gris.
Rapport d'aspect (de Feret)	Diamètre de Ferret maximal divisé par le diamètre Ferret minimal.
Rapport d'aspect (largeur/longueur)	Largeur divisée par la longueur.
Rapport d'aspect (distance min/max)	Distance minimale divisée par la distance maximale.
Convexité (périmètre)	Périmètre de la surface convexe divisé par le périmètre de la particule.
Convexité (superficie)	Surface réelle de la particule divisée par la surface convexe.
Circularité	Circonférence du cercle de surface équivalente divisée par le périmètre réel de la particule. Plus la particule est sphérique, plus la circularité est proche de 1 ; plus la particule est allongée ou les bords rugueux et plus la circularité est faible.

Les paramètres de forme tels que la circularité, la convexité et le rapport d'aspect fournissent à l'utilisateur des outils très sensibles afin d'identifier et de quantifier les subtiles variations de forme de la particule et fournir une carte d'identité de chaque échantillon. Chaque paramètre est habituellement normalisé entre 0 et 1 afin de faciliter la comparaison. Les descriptions qualitatives "humaines" traditionnelles, telles que "déchiquetée", "lisse" ou "en forme d'aiguille", peuvent être quantifiées précisément et ensuite corrélées avec des variables process ou des paramètres associés aux produits en fin de production comme la la capacité à s'écouler, la surface active et la facilité à être broyé.

$$\text{Circularité} = \frac{\text{Circle circumference}}{\text{Perimeter of projected particle image}} = \frac{2\sqrt{\pi A_p}}{P_p}$$



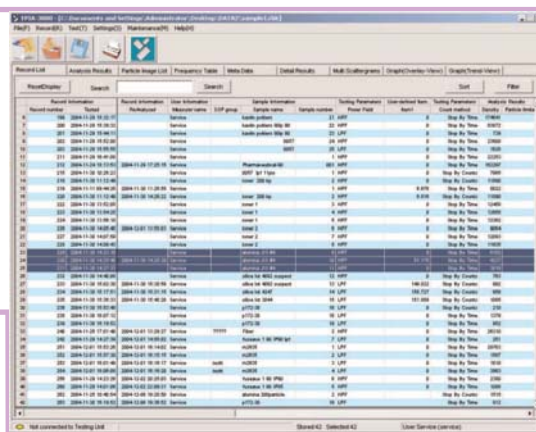
- area of the particle ( $A_p$ )
- diameter of circle of the same area
- perimeter of the particle ( $P_p$ )
- circle with same area as particle

Shapes						
Circularity	1	0.886	0.777	0.660	0.509	0.4
Aspect Ratio				1 in 4	1 in 10	1 in 20

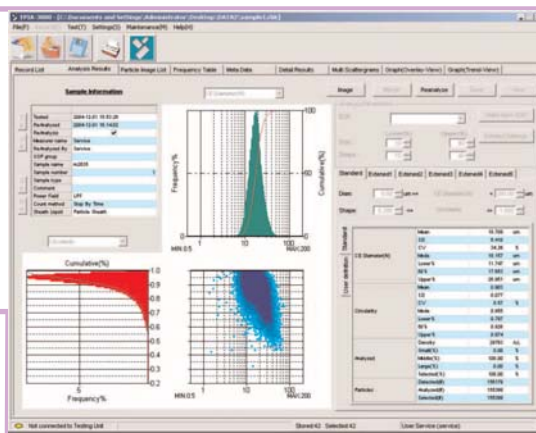
### Le logiciel pour que tout soit possible

De nombreuses fonctions et une priorité placée sur la facilité d'utilisation sont les points clés du logiciel du FPIA-3000 dans un environnement sous Windows™. Malvern Instruments et Sysmex ont une même expérience et expertise de la programmation et des tests des logiciels d'analyses, ce qui signifie que vous tirez le meilleur parti de l'instrument et des données qu'il produit.

**Résumé des mesures :** Un écran configurable des mesures vous permet de visualiser un résumé des résultats de chaque mesure et de définir les informations qui sont importantes et nécessitent d'être présentées. Sélectionner un enregistrement ou de multiples enregistrements vous permet de visualiser les détails (graphiques, images des particules, données statistiques, etc...) associées à chaque enregistrement.



**Ecran de résultats :** Le résultat de chaque analyse est représenté dans un écran comprenant 3 graphes – une distribution de tailles des particules (vert), une distribution de forme des particules (rouge) et un graphique 2D représentant en densité de points la taille en fonction de la forme (bleu). Les paramètres statistiques associés à chaque distribution (moyenne, sommet, faible, moyenne et haute valeur en pourcentage) sont également présentés.



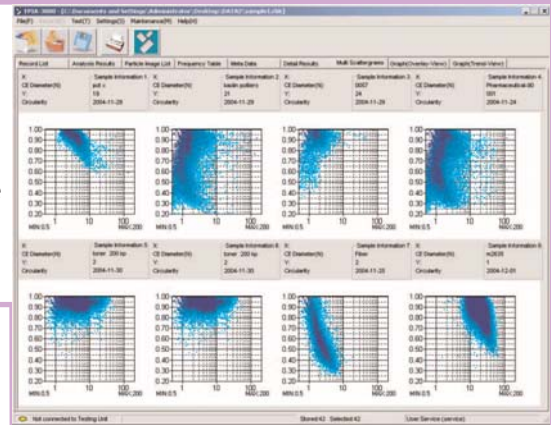
**Visualisation des particules :** Les images de toutes les particules enregistrées. Ces images peuvent être visualisées et manipulées via un système de classification. Les images peuvent être agrandies et triées selon les paramètres de taille ou de forme, permettant ainsi à l'opérateur d'identifier facilement les anomalies ou d'éventuels agglomérats ou encore la présence inattendue de particules étrangères par exemple.



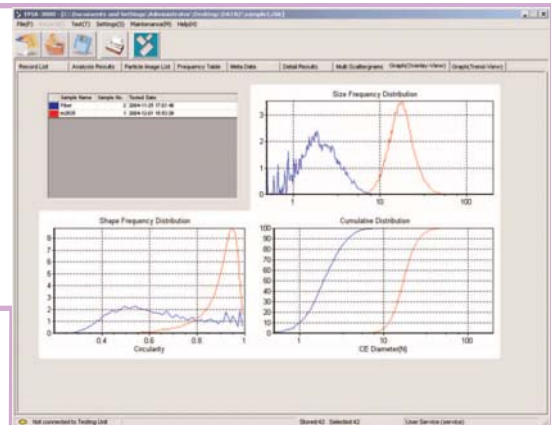
### Le logiciel : suite

En parallèle de la visualisation détaillée des résultats, le logiciel a la possibilité de manipuler les données et de comparer des enregistrements afin d'identifier les subtiles différences et les tendances des paramètres importants.

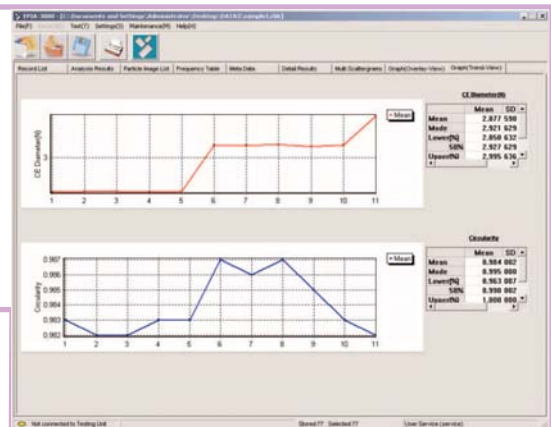
**Multi écran 2D :** Visualiser jusqu'à 8 écrans côte à côte pour une comparaison visuelle rapide des résultats. Ceci permet à l'opérateur de pointer rapidement les différences grossières ou les tendances sans avoir à tester plus avant les statistiques de chaque enregistrement. Toute anomalie ou différence significative peut être étudiée de façon plus approfondie en inspectant les paramètres calculés.



**Superposition de résultats :** La superposition de plus de 10 enregistrements pour une comparaison détaillée. Les données sont présentées selon 3 graphiques : une distribution de tailles en fréquence, une distribution de formes en fréquence et une distribution de tailles cumulées. L'affichage cumulé est particulièrement utile pour suivre la reproductibilité durant la phase de développement des méthodes d'analyses par exemple.



**Graphe de tendance :** Affiche jusqu'à 11 mesures pour comparer les tendances des paramètres sélectionnés. Les paramètres présentés sont définis par l'utilisateur et des statistiques de mesures croisées sont calculées, tels que la moyenne des moyennes, l'écart type des moyennes, etc.... Cette possibilité de présenter les tendances permet à l'opérateur de décider des actions immédiates car elle évite le besoin d'exporter des données pour des manipulations extérieures.

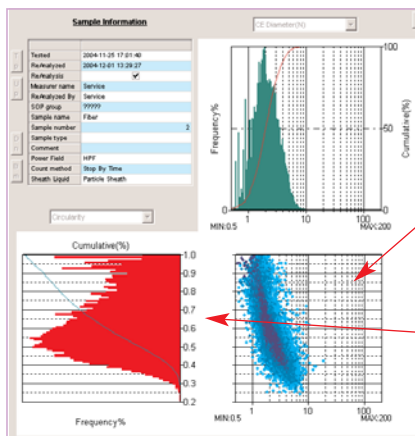


## L'interprétation des données



Une interprétation rapide et facile des analyses est vitale dans un univers professionnel qui se veut de plus en plus actif et efficace. Afin de faciliter une prise de décision rapide, le logiciel du FPIA-3000 maintient un lien entre les données qualitatives, présentées sous forme de graphiques et les images considérées comme des données qualitatives. Cela permet à l'utilisateur de passer rapidement d'un type de résultat à un autre et d'en retenir la pertinence à chaque instant. Des limites peuvent être appliquées sur chaque distribution afin d'exclure certaines valeurs, et les statistiques sont automatiquement re-calculées avec ces exclusions. Les deux exemples ci-dessous illustrent comment les distributions statistiques ainsi que les images des particules sont utilisées en même temps pour caractériser entièrement un échantillon.

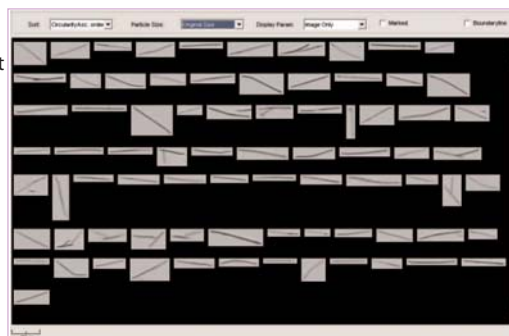
### Exemple 1: Echantillon de fibres



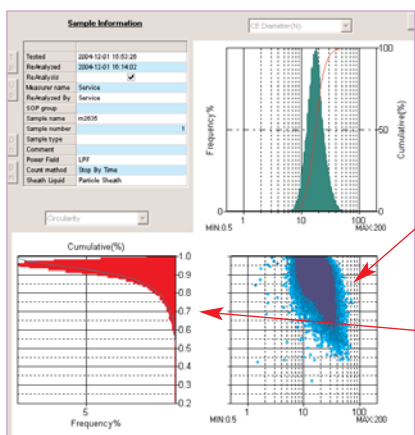
Tendance montrant que la circularité décroît quand la taille augmente

Circularité moyenne de 0.6

L'interprétation des analyses statistiques suggère que l'échantillon est une fibre ou en forme d'aiguille et un rapide coup d'oeil aux images ci-jointes confirment cet avis.



### Exemple 2: Echantillon abrasif aggloméré



Tendance montrant une circularité décroissante avec une augmentation de taille

Circularité moyenne de 0.9

L'interprétation des résultats suggère que l'échantillon contient quelques agglomérats et un survol des images ci-dessous confirme cet avis.



### Les applications clés

Le FPIA-3000 s'applique à tous les secteurs industriels. Quels que soient le moment et l'endroit, votre exigence justifie des analyses exactes, fiables et reproductibles de la forme et de la taille, dans ce cas le FPIA-3000 est une solution idéale. A chaque moment dans votre processus de production, en partant de la recherche jusqu'au développement ou bien dans la détection d'incidents ou l'analyse des causes responsables de la qualité du produit fini cet instrument vous permet une compréhension de haut niveau de votre produit et de son procédé de fabrication.

#### Les toners

Les producteurs de toners ont besoin de définir les caractéristiques de taille et de forme des particules afin d'optimiser les propriétés d'écoulement et leur capacité à se charger. Les particules de toner qui sont proches de la forme sphérique, mais pas parfaitement sphériques (c'est-à-dire avec une circularité d'environ 0,95) sont idéales. Une circularité trop petite (0,8) aura pour conséquence de faibles propriétés d'écoulement et une abrasion importante, tandis que les particules de toner produites sous forme de sphères parfaites (circularité de 1,0) sont auto lubrifiantes et ne collent pas au support d'impression.

#### Les céramiques

Le FPIA-3000 est utilisé pour des mesures de tailles et de formes précises dans de nombreuses applications de l'industrie céramique, dont l'une d'entre elles est la conception des moules à fonds perdus pour les composants métalliques complexes de l'industrie automobile. Si la perméabilité des moules en céramique est correcte, elle est liée à une variable associée à la taille et à la forme de des particules – l'intégrité de l'objet moulé ne sera pas compromise.

#### Les poudres abrasives

Les grains abrasifs sont produits à partir de différents matériaux comme par exemple l'alumine ( $Al_2O_3$ ), le carbure de silicium (SiC), le nitrate de carbone ou le diamant. Avec la dureté, c'est la forme de la particule qui donne à ces matières leurs qualités abrasives quand elles sont incorporées dans une matrice appropriée; par exemple le papier de verre, les assiettes de broyage et les fils scies, etc....

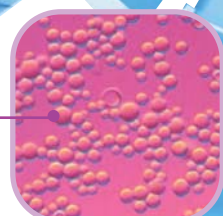
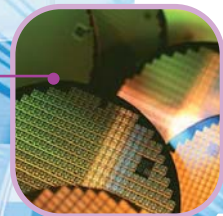
Le FPIA-3000 peut être utilisé pour contrôler précisément les différentes formes des grains.

#### Les produits pharmaceutiques

Les différences dans les propriétés physiques des excipients des médicaments peuvent causer des variations dans la formulation finale. Des différences peuvent apparaître entre les batches en fonction des différents fournisseurs de matières premières même si les spécifications sont identiques. L'information taille n'est souvent pas suffisante pour prédire les performances des produits. Parce que le FPIA-3000 oriente et disperse les particules lorsqu'elles sont en voie liquide, il peut être utilisé sur les cristaux délicats en forme d'aiguille afin d'établir le lien entre les variables du procédé de fabrication et les performances des produits finis.

#### Les biotechnologies

De nombreux procédés associés à l'industrie des biotechnologies nécessitent de plus en plus d'analyses de forme à haute sensibilité. Les colonnes de chromatographie sont utilisées pour séparer et purifier les mélanges complexes de protéines mais le pouvoir de séparation de la colonne est largement influencé par la taille et la forme des particules. L'analyse de la taille et de la forme est utile pour contrôler la densité d'empilement et identifier les particules endommagées (non sphériques).



## Spécifications techniques du Sysmex FPIA-3000

Mesures dynamiques de taille et de forme des particules en voie liquide

### Spécifications techniques

Technique de mesure	Analyse d'image automatique en cytométrie de flux	
Source de lumière	Stroboscope à lumière blanche (60 Hz)	
Détecteur	CCD (charge-coupled device)	
Mode de mesure	Fort grossissement (2x lentille second.)	Faible grossissement (0.5x lentille second.)
Gamme de taille (Unité standard)	1.5µm – 40µm (grossis. total = 20x)	6µm – 160µm (grossis. total = 5x)
Lentilles primaires = 10x		
Gamme de taille (Fort grossiss.)	0.8µm – 20µm (total mag = 40x)	3µm – 80µm (total mag = 10x)
Lentilles primaires = 20x		
Gamme de taille (Faible grossiss.)	3µm – 80µm (total mag = 10x)	12µm – 300µm (total mag = 2.5x)
Lentilles primaires = 5x		
Volume standard de l'échantillon	5ml	5ml
Volume minimum de l'échantillon	1ml	1ml
Temps de mesure	1.5 minutes	1.5 minutes
Compatibilité du liquide Sheath	Version standard Liquide physiologique dispersant, méthanol, éthanol, isopropanol et une solution d'éthylène glycol (25%)	Version de solvant Compatible avec la plupart des solvants dispersants utilisés comme : le toluène, l'acétone, l'heptane et l'hexane
Consommation de liquide	Environ 130ml par échantillon (rinçage inclus)	
Nécessités		
Configuration informatique mini (fournie avec l'appareil)	Windows XP, 3.0GHz processeur Intel Pentium IV, 1MB cache, 1GB RAM, 160GB disque dur, DVD +/- RW, écran plat 17"	
Environnement	Température de 15 – 30°C, Humidité 35 – 80%	
Spécifications électriques	100V to 240V avec entrée compatible électromagnétique	
Dimensions		
Unité principale	900(largeur) x 455(hauteur) x 475(profondeur) Poids : 59.5kg	
Unité pneumatique	280(largeur) x 400(hauteur) x 355(profondeur) Poids : 20.7kg	

### Malvern Instruments Limited

Enigma Business Park • Grovewood Road • Malvern • Worcestershire • UK • WR14 1XZ  
Tel: +44 (0)1684 892456 • Fax: +44 (0)1684 892789

### Malvern Instruments dans le monde

Ventes et services dans plus de 50 pays. Pour plus d'informations, allez sur [www.malvern.co.uk](http://www.malvern.co.uk)

# FPIA-3000

## Advanced technology made simple

distributor details

Malvern Instruments is part of Spectris plc, the Precision Instrumentation and Controls Company.

spectris