

**IN THE WORLD  
OF PARTICLES  
PAMAS COUNTS**



|  |    |
|--|----|
| HUILE .....                                  | 4  |
| ENGINES DE TERRASSEMENT LOURDS .....         | 6  |
| ANALYSE DES CARBURANTS .....                 | 7  |
| FLUIDES HYDRAULIQUES POUR L'AVIATION .....   | 8  |
| LIQUIDES HYDRAULIQUES À BASE D'EAU .....     | 9  |
| LIQUIDE POUR LA PHARMACIE.....               | 10 |
| FILTRE.....                                  | 12 |
| EAU.....                                     | 14 |
| COMPTAGE DE PARTICULES DANS LES FLUIDES..... | 16 |
| PRINCIPE PHYSIQUE DE MESURE .....            | 17 |
| ETALONNAGE STANDARD.....                     | 18 |
| STANDARDS DE PROPRETÉ .....                  | 19 |

## POLITIQUE DE QUALITÉ

### ACTEUR MONDIAL

Fondée en 1992, PAMAS est une entreprise privée, autofinancée et indépendante, qui a su maintenir une croissance responsable grâce à ses propres efforts. Nous nous engageons à respecter toutes les exigences légales.

PAMAS Partikelmess- und Analysesysteme GmbH est située près de Stuttgart en Allemagne. Nous développons, produisons et vendons des appareils de haute qualité pour la mesure et l'analyse des particules dans les liquides.

Un large réseau de filiales et de représentations répartis à travers le monde, et travaillant en étroite collaboration avec le siège en Allemagne, assure un niveau élevé des systèmes, axés sur la solution du client.

Nos bureaux satellites et nos représentants offrent des solutions partout dans le monde où des machines hydrauliques, des systèmes de lubrification sont utilisés, où il est nécessaire de contrôler les applications complexes de l'industrie chimique et pharmaceutique, ou lorsque l'eau nécessite un traitement. Les compteurs de particules PAMAS sont le premier choix pour toutes ces applications.



### VISIONS

PAMAS est synonyme d'innovation continue et d'évolution dans notre domaine d'expertise. PAMAS offre des progrès continus; nous pensons que la stabilité technique au plus haut niveau ne maintiendra sa qualité que par la remise en question des acquis et les modifications en conséquence.

Dans cet esprit, nous optimisons continuellement notre gestion de la qualité. En 2003, la société PAMAS a obtenu sa première certification selon ISO 9001.

## DÉVELOPPEMENT

Nos connaissances et nos développements alimentent non seulement nos produits mais nous mettons également notre expertise à la disposition de nombreux comités de normalisation et d'autres organismes de l'industrie pour élaborer des normes auxquelles nous contribuons activement.

Qu'il s'agisse de l'optoélectronique, de l'ingénierie mécanique, de la programmation, de l'électrotechnique ou de la mécatronique, l'échange pluridisciplinaire de nos experts et une coordination étroite tout au long du processus de développement excluant de nombreuses sources d'erreurs dès le départ.

Notre exigence est d'avoir toujours une longueur d'avance. Nous sommes fiers de nos succès et de nos connaissances dans le domaine de la technologie de mesure volumétrique.

### SERVICE APRÈS VENTE

PAMAS dispose d'un réseau mondial de filiales et d'agences en constante expansion.

Les réparations peuvent être effectuées et les pièces de rechange mises à disposition dans le monde entier dans un délai de 24 heures, toutes les filiales et agences disposant des mêmes connaissances que la société mère en Allemagne.

PAMAS maintient un réseau étroit d'ingénieurs de service qualifiés qui sont à jour en ce qui concerne les développements pertinents. En raison du programme d'entraînement en rotation continue, nous pouvons réduire ou éliminer les temps d'arrêt du produit au minimum.

### PRODUCTION

Les prototypes de nos appareils sont développés en interne au siège de PAMAS à Rutesheim. Les fournisseurs de haute technologie, certifiés par PAMAS, nous soutiennent dans la production en série.

La finition, l'assemblage final et le contrôle qualité, avant la livraison, ont lieu à la production interne de la société mère.



# HUILE



Dans les systèmes d'huile hydraulique et de lubrification, les compteurs de particules sont utilisés pour l'analyse de la contamination de l'huile. La surveillance permanente de l'état des systèmes d'huile hydraulique et de lubrification est une condition pour un fonctionnement continu: les méthodes d'analyse préventives rendent prévisible une réparation et un entretien. Les compteurs de particules portables de la gamme de produits **PAMAS S40** peuvent être utilisés pour l'échantillonnage par lots ou en ligne et pour les mesures sur site. A l'aide de réducteurs de pression, les compteurs de particules sont adaptés pour échantillonner la viscosité du fluide et la pression rencontrée. Le client dispose ainsi d'un système d'analyse sur mesure qui a été fabriqué pour son application spécifique.

Les compteurs de particules PAMAS peuvent supporter des pressions élevées jusqu'à 420 bar et sont donc des instruments parfaits pour l'analyse des fluides hydrauliques: lors de la mesure en ligne, le fluide hydraulique sous pression est analysé dans son état d'origine. Une analyse de particules dans des conditions réelles permet de détecter le niveau de contamination tel qu'il se produit effectivement pendant le fonctionnement. Le résultat de la mesure en ligne reflète ainsi le niveau de propreté réel dans le système d'alimentation en fluide.

Dans les systèmes utilisant la tribologie, l'huile lubrifiante à haute viscosité est utilisée pour réduire la friction et diminuer la chaleur. L'huile se dépose comme un film de lubrification entre les pièces mécaniques et empêche l'abrasion (par exemple dans les boîtes d'engrenage, les roulements et les moteurs).

Les compteurs automatiques de particules sont également utilisés pour le contrôle de qualité de l'huile isolante dans les transformateurs de puissance remplis de liquide. Les particules dans l'huile affectent la rigidité diélectrique de l'huile isolante. En fonction du type de particules (métalliques, fibres, boues, eau), un "flash-over" peut être généré, car les contaminants dans l'huile diminuent la distance entre les conducteurs. Dans le cas de particules dans l'huile isolante, l'huile elle-même se transforme en conducteur électrique et n'a donc plus de fonction isolante. Un changement dans l'huile isolante peut entraîner une panne du système et augmenter les risques d'explosion ou d'incendie. Le contrôle de la qualité de l'huile isolante est donc une question clé dans la surveillance préventive des conditions de l'huile.



# ENGINS DE TERRASSEMENT LOURDS



Pour la maintenance préventive et proactive, des compteurs automatiques de particules sont utilisés pour contrôler la propreté des fluides hydrauliques. Ces fluides sont utilisés pour la transmission de puissance et d'énergie, dans les systèmes d'alimentations. Le fluide sous pression transfère l'énergie d'une pompe à une machine motrice. La qualité des fluides hydrauliques est principalement adaptée au type d'application. Dans l'aviation, la puissance des fluides se fait avec des liquides difficilement inflammables. Dans le secteur offshore cependant, les fluides hydrauliques respectueux de l'environnement à base d'eau sont préférables, car ils sont biodégradables et causent peu de dommages s'ils se déversent accidentellement dans l'eau de mer. Les fluides hydrauliques les plus courants sont réalisés à base d'huile minérale. L'huile hydraulique est utilisée par ex. dans les systèmes hydrauliques mobiles, y compris les machines agricoles, les chariots élévateurs et les transpalette, les palans et les machines de construction.

L'huile hydraulique est principalement analysée selon une norme de propreté telle que ISO 4406: 1999 (Fluide hydraulique - Méthode de codage du niveau de contamination) ou SAE AS 4059 (Fluide aérospatial - Classification de contamination des fluides hydrauliques). Le résultat de mesure montre le nombre de particules d'une certaine taille incluses dans un millilitre du fluide échantillon. Selon l'ISO 4406, le nombre de particules est rapporté pour les trois canaux de taille  $> 4 \mu\text{m}$  (c),  $> 6 \mu\text{m}$  (c) et  $> 14 \mu\text{m}$  (c). La norme SAE AS 4059 exige une analyse plus différenciée des particules dans six canaux de taille  $> 4 \mu\text{m}$  (c),  $> 6 \mu\text{m}$  (c),  $> 14 \mu\text{m}$  (c),  $> 20 \mu\text{m}$  (c),  $> 30 \mu\text{m}$  (c) et  $> 70 \mu\text{m}$  (c). A partir du résultat, l'utilisateur sait si l'huile doit être nettoyée. Un nombre très élevé de particules dans l'huile est un signe de la présence de particules abrasives et d'usure, ou d'un filtre endommagé, d'où l'importance du comptage de particules.

Dans le cas particulier des engins de terrassement lourds, les fluides hydrauliques sont principalement analysés directement sur site. L'analyse se fait par la mesure en ligne, c'est-à-dire que le fluide est conduit à travers une dérivation hors du système et s'écoule directement dans le compteur de particules pour être analysé. Après la mesure, le fluide échantillon peut soit être renvoyé dans un réservoir, soit être vidé dans un conteneur à déchets. En opposition à la mesure en ligne dans un laboratoire, la mesure en ligne sur le terrain permet non seulement d'économiser du temps et de l'argent, mais empêche également la préparation des échantillons. Les phénomènes de stockage des échantillons, tels que la sédimentation et l'agglomération, ne se produisent pas du tout pendant la mesure en ligne, car le fluide échantillon n'est pas transporté dans un laboratoire. Il n'est donc pas nécessaire de remplir ou de stocker le liquide.

PAMAS propose à cette fin les appareils portables de comptage de particules **PAMAS S40** et **PAMAS S4031**. Les instruments peuvent être utilisés à la fois pour l'échantillonnage en ligne et par lots. Le **PAMAS S40** analyse les fluides comme l'huile, le carburant et l'ester de phosphate et rapporte les résultats dans 8 canaux de taille. Avec ses 32 canaux de taille sélectionnables librement, le **PAMAS S4031** peut être utilisé pour une analyse plus différenciée des particules.



# ANALYSE DU FUEL

7

Le carburant est moins visqueux que l'huile. Dans les fluides peu visqueux, les particules descendent plus vite dans le liquide et forment une sédimentation au fond de la bouteille. Les particules individuelles peuvent aussi coller ensemble pendant le stockage et devenir des particules agglomérées plus grosses (agglomération). Avant d'entreprendre des analyses de comptage de particules avec des appareils de laboratoire, l'échantillon doit être préparé pour l'analyse en utilisant une énergie mécanique appliquée afin de disperser les particules agglomérées dans le liquide.

Pour la mesure en ligne, la préparation de l'échantillon n'est pas du tout nécessaire, car le liquide est directement pris dans son état d'origine. Pour éviter les phénomènes de sédimentation et d'agglomération lors de la mesure, les compteurs de particules pour l'analyse du combustible sont équipés de modifications structurelles spéciales sur le trajet d'écoulement, en les adaptant au mieux aux

exigences spécifiques de la surveillance de l'état du carburant. Pour l'analyse du Jet Fuel, PAMAS a mis au point le compteur de particules portatif **PAMAS S40 AVTUR** qui peut être utilisé à la fois pour l'échantillonnage en ligne et par lots (en ligne). Le système est conforme à la méthode d'analyse IP 577 de l'Institut de l'Énergie à Londres et à la norme DEF-STAN 91-091 du ministère britannique de la Défense.

Le carburant contenant de l'eau libre peut être analysé avec le compteur de particules en ligne **PAMAS S50DP**. Cet instrument est équipé d'un système de dilution intégré qui ajoute en continu une quantité programmable d'un solvant peu visqueux au fluide de l'échantillon brut avant la mesure en ligne. Sans dilution préalable, l'eau libre dans le carburant conduirait à de fausses mesures. Dans le **PAMAS S50DP**, les gouttelettes d'eau dans l'échantillon de carburant sont dispersées dans le solvant ajouté et n'affectent donc plus la mesure en ligne ultérieure.

# LIQUIDE HYDRAULIQUE POUR L'AVIATION

Le contrôle de propreté des fluides hydrauliques est une application typique du comptage optique des particules à l'aide d'un compteur automatique de particules. Les fluides hydrauliques sont utilisés pour le transfert d'énergie dans les systèmes hydrauliques. Pour un bon fonctionnement et une maintenance ininterrompue du système, il est essentiel que le liquide de fonctionnement soit régulièrement contrôlé; un haut degré de contamination peut causer un dysfonctionnement au sein d'un composant et peut également conduire à une panne complète du système.

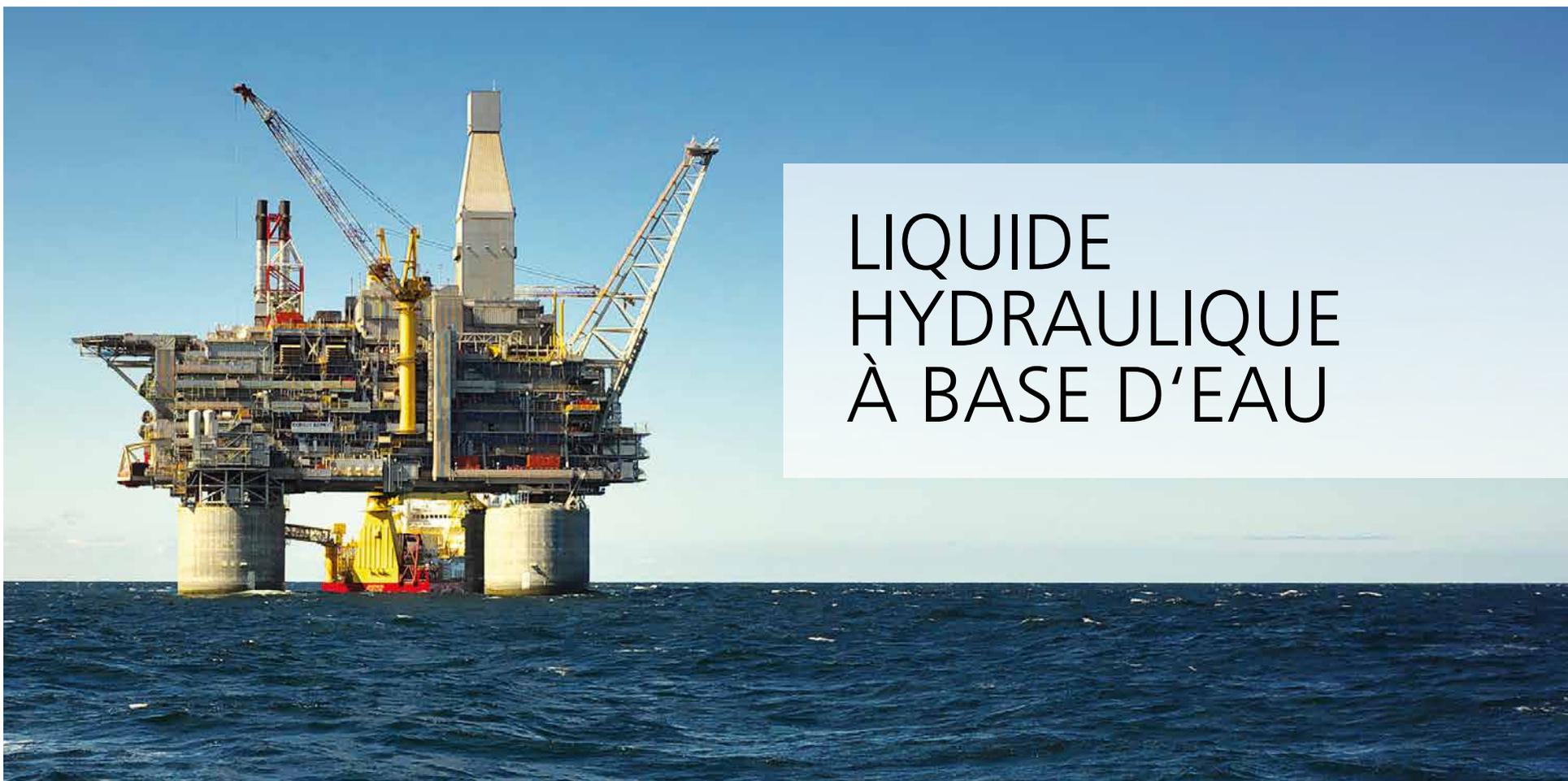
Différents types de fluides hydrauliques sont utilisés pour différentes applications. Les trois types principaux de fluides hydrauliques sont les liquides à base d'huile (par exemple l'huile minérale), les fluides hydrauliques biodégradables (par exemple, l'eau glycol ou les polyglycols) et les liquides inflammables ou difficilement inflammables (par exemple Skydrol®).

Des fluides hydrauliques résistant au feu ou difficilement inflammables sont appliqués dans des environnements où les huiles minérales ne peuvent pas être utilisées en raison d'un risque élevé d'incendie (par exemple dans les mines ou l'aviation). Le Skydrol® est un fluide hydraulique commun utilisé dans l'aviation commerciale, ce fluide résistant au feu est à base d'ester de phosphate et d'additifs. Outre la résistance au feu, le Skydrol® présente également un autre avantage clé: il peut être utilisé à basse température dans des environnements froids et à très haute altitude; il est principalement utilisé pour le mouvement hydraulique des composants d'avions. Skydrol® est un liquide très corrosif et donc incompatible avec certains types de substances; de ce fait, afin d'éviter la corrosion, les compteurs de particules pour l'analyse du Skydrol® sont produits avec des matériaux chimiquement stables recommandés par le fabricant.

Pour l'analyse de Skydrol®, PAMAS propose des compteurs de particules en laboratoire, en ligne et portables: parmi ceux-ci figurent les modèles **PAMAS S40**, **PAMAS S40 GO** et **PAMAS SBSS**. Grâce à la structure de ses composants de haute qualité et à sa compatibilité, un seul appareil **PAMAS SBSS** peut être utilisé à la fois pour les fluides à base d'huile et pour le Skydrol®.

Pour des raisons de sécurité et d'écologie, les systèmes hydrauliques de l'industrie pétrolière et gazière offshore fonctionnent avec des liquides hydrauliques biodégradables. Ces liquides eau/glycol causent moins de préjudice que les fluides hydrauliques à base d'huile s'ils se déversent accidentellement dans l'eau de mer. Les fluides à base d'eau sont également préférés en raison de leur degré de viscosité stable indépendamment de la température d'oscillation. De plus, ils résistent au feu et sont difficilement inflammables. Les fluides hydrauliques à base d'eau sont utilisés dans les applications offshore suivantes: „Christmass trees“ sous-marins et ensembles de tête de puits, unités de puissance hydraulique, accumulateurs hydrauliques, ombilicaux sous-marins, valves hydrauliques et systèmes de contrôle.

PAMAS a conçu des instruments spécifiques adaptés à l'analyse de contamination des fluides à base d'eau pour les applications offshore: les compteurs de particules portables **PAMAS S4031 WG** et **PAMAS S4031 GO WG**, les instruments de laboratoire **PAMAS SBSS WG** et **PAMAS FastPatch 2 GO** et l'unité en ligne **PAMAS OLS50P WG** sont des appareils adaptés pour l'analyse des fluides hydrauliques à base d'eau et sont compatibles avec les liquides hydrauliques suivants: Macdermid Oceanic HW 540/443 / 443r, Castrol transaqua, Pelagic 100, Aqualink 325-F Houghton, Aqualink Ht804F et Aqualink 300-F. En raison de leur fiabilité, les compteurs de particules PAMAS pour les applications offshore ont été essayés et approuvés dans les environnements de production les plus exigeants.



## LIQUIDE HYDRAULIQUE À BASE D'EAU

# PHARMACIE



Pour l'analyse des particules dans les liquides pharmaceutiques, PAMAS fournit deux appareils de laboratoire avec différents équipements et options. Grâce à cette gamme, l'utilisateur peut sélectionner le système d'analyse de particules idéal pour le fluide individuel et l'application spécifique.

Le compteur de particules **PAMAS SVSS** (Small Volume Syringe System) est conçu pour l'analyse des fluides peu visqueux, tels que les solutions pour perfusion, les solutions parentérales, les suspensions pharmaceutiques et les liquides intraveineux ou ophtalmiques. Pour les échantillons à viscosité plus élevée ou pour les fluides contenant des bulles de gaz, PAMAS propose l'instrument de mesure **PAMAS SBSS** (Syringe Bottle Sampling System). Cet instrument de laboratoire convivial offre une flexibilité totale car pratiquement tous les paramètres de mesure peuvent être pré-réglés et adaptés à l'application spécifique de l'utilisateur. Le principal avantage du compteur de particules laboratoire **PAMAS SBSS** est le réservoir sous pression intégré. Ce récipient d'échantillon est utilisé pour créer une atmosphère en haute pression ou sous vide qui est enfermée dans le conteneur verrouillé. La haute pression est appliquée pour transporter des liquides très visqueux à travers le capteur pendant la mesure, tandis que le mode sous vide élimine les bulles de gaz de l'échantillon.

Les appareils de laboratoire **PAMAS SBSS, PAMAS SVSS** et le logiciel PAMAS USP correspondant sont entièrement conformes à 21 CFR Part 11 et répondent aux exigences de la pharmacopée USP, EP, BP, JP, KP et IPC.

Ces deux appareils standard sont également disponibles avec des équipements en option pour l'analyse de petits volumes d'échantillons: Le **PAMAS SVSS** est capable de mesurer de petits volumes d'échantillons de faible viscosité à jusqu'à 1 ml. Comme le **PAMAS SVSS**, le **PAMAS SBSS** peut également être équipé, en option, pour des petits volumes d'échantillons. A l'aide d'un petit récipient sous pression, on peut analyser des liquides de viscosité plus élevée dans des ampoules de petit volume de 1,5 à 25 ml.

Pour les applications dans le secteur chimique, PAMAS propose des systèmes de comptage de particules spécialement équipés. Le circuit d'écoulement et les cellules de mesure du capteur peuvent être adaptés aux fluides agressifs. Les matériaux utilisés pour de telles applications sont non corrosifs et chimiquement stables.



# FILTRE



Le test d'efficacité de filtre est un autre domaine d'application de compteurs automatiques de particules. La performance d'un filtre dépend de son efficacité et de sa qualité de rétention: un bon filtre retient les particules solides plus efficacement qu'un filtre de faible qualité.

Il existe différentes méthodes d'essai normalisées pour déterminer les caractéristiques et la qualité d'un filtre. Ces méthodes se réfèrent principalement aux conditions spécifiques qui dépendent du secteur de l'industrie (par exemple, les méthodes d'essai pour les filtres à eau ou des filtres hydrauliques).

Le filtre test Multipass est normalisé par l'ISO 16889. Sa performance peut être grandement améliorée par l'utilisation de compteurs automatiques de particules. Ce banc d'essai détermine trois caractéristiques du filtre: la valeur du « bêta Ratio», le degré de rétention et la capacité de rétention de particules du filtre. Deux compteurs automatiques de particules sont utilisés sur ce banc d'essai, qui permet des mesures en amont et en aval simultanées. Contrairement au filtre test « Single Pass », le liquide circule en continu à travers la plate-forme d'essai sur le filtre test Multipass. Un volume de poussière constant est rempli et tourne en permanence dans ce banc de test. Cette quantité de contaminant est en partie retenue par le filtre d'essai; ce qui reste se présente à nouveau à travers le système et est ensuite exposé à la filtration au cours du passage suivant. Le test multipass est effectué jusqu'à ce qu'une certaine différence de pression soit atteinte.

Pour les bancs d'essai pour filtre « Single Pass » et Multipass, PAMAS a développé un système de mesure efficace avec production d'un rapport «  $\beta$ -Ratio », le **PAMAS 4132**. Ce système s'inscrit dans les bancs d'essai des fabricants de filtres et analyse divers liquides (par exemple l'huile, le carburant, l'eau, etc.).



# EAU



Il existe différentes méthodes pour déterminer si l'eau est propre et exempt de contamination particulaire. Dans les systèmes de traitement de l'eau, les compteurs de particules, turbidimètres ou néphélomètres, sont utilisés pour le contrôle de qualité de l'eau et mesurent la quantité globale des contaminants solides dans les liquides. Plus le liquide sera trouble, plus la valeur de mesure sera élevée. Contrairement à cela, les compteurs de particules automatiques ne mesurent pas, d'une manière globale, le montant des particules solides, mais ils analysent la taille et le nombre de chaque particule dans le flux d'échantillon. En considérant que la turbidimétrie et la néphélométrie indiquent le degré de turbidité causé par la contamination de particules, un compteur de particules automatique détecte chaque particule qui passe dans la cellule du capteur pendant la mesure. La connaissance de la taille des particules est d'une importance primordiale dans les applications de l'eau, car elle aide à identifier rapidement certains types de bactéries ou même un problème technique dans le système (par exemple: un filtre à membrane déchiré ou bloqué). Le compteur de particules automatique donne donc un très grand nombre d'informations précises.

Pour les applications concernant l'eau, Pamas propose quatre appareils de mesures en ligne: Le **PAMAS WaterViewer** est installé comme appareil fixe pour connaître le suivi de l'état de l'eau. Ce système est l'instrument idéal pour l'analyse de l'eau potable, eau de process, eaux usées épurées ou l'eau brute. Pour surveiller les conditions de l'eau, le **PAMAS WaterViewer** peut être connecté à plusieurs points de mesure.

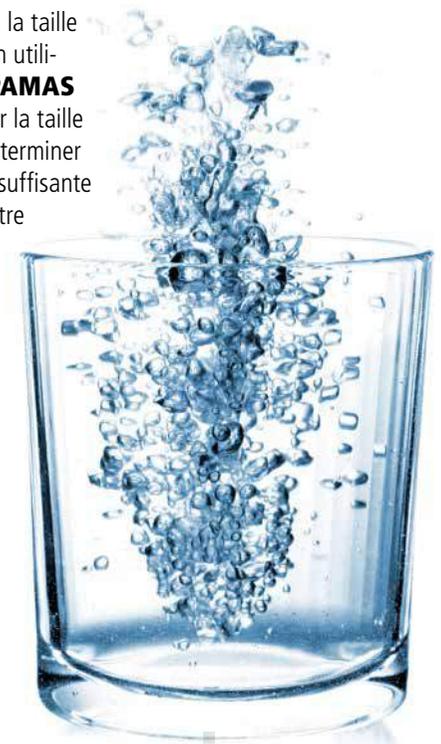
Le **PAMAS WaterViewer** a été essayé, testé pendant de nombreuses années et est considéré par de nombreux utilisateurs comme un instrument de mesure précis et fiable pour les applications dans l'eau. Une multitude de publications existantes et des documents scientifiques prouvent que le **PAMAS WaterViewer** est utilisé pour la recherche scientifique dans de nombreuses universités en

Europe (par exemple à l'Université technique de Delft aux Pays-Bas, à l'Université de Lorraine en France et à l'Université de Kuopio en Finlande). A titre d'exemple, le **PAMAS WaterViewer** a permis d'identifier les facteurs pertinents pour la construction idéale des systèmes de canalisations de distribution d'eau et la vitesse de filtration la plus efficace nécessaire dans le traitement de l'eau de piscine.

Le second système spécialement conçu pour l'utilisation dans le traitement de l'eau avec coagulation se nomme **PAMAS FSA-2002**. L'eau est souvent traitée en ajoutant des flocculants. Ces agents de flocculation sont utilisés pour assembler les contaminants solides et former une particule agglomérée. Avant le processus de filtration où la sédimentation commence, la taille et la quantité du „floc“ sont analysées en utilisant le compteur de particules en ligne **PAMAS FSA-2002**. Les informations précises sur la taille des particules permet de vérifier et de déterminer si la quantité d'agents de flocculation est suffisante pour la filtration ou si le processus doit être modifié.

Le troisième système proposé par PAMAS pour la mesure en ligne de l'eau est le compteur de particules **PAMAS OLS4031**, qui est équipé de 32 canaux de tailles.

Si les échantillons d'eau doivent être mesurés directement sur le terrain, le compteur de particules portable **PAMAS S4031** est l'instrument idéal.



## COMPTAGE DE PARTICULES DANS LES LIQUIDES

La société allemande PAMAS développe, fabrique et vend des compteurs de particules automatiques pour le contrôle de la propreté des liquides. La technologie de pointe des capteurs permet de détecter des particules de 0,5 microns.

Il est impossible de détecter les particules dans les liquides et d'analyser le niveau réel de contamination à l'oeil nu. Une variété de technologie d'analyse peut être utilisée pour mesurer la contamination des particules dans les liquides. Cependant, les méthodes telles que les analyses de membranes gravimétriques ou microscopiques sont longues à mettre en oeuvre ou dépendent de compétences de l'opérateur et ne sont donc pas objectives.

Les compteurs de particules automatiques offrent la méthode la plus rapide d'analyse de contamination dans les liquides. Ces instruments de mesure comptent les particules solides et les classent en fonction de leur taille selon le choix de gamme choisie en fonction du capteur d'analyse.

Les particules circulant à haute vitesse et sous pression dans les liquides des turbines, des centrales électriques, des boîtes de vitesses et des applications offshore, sont capables d'endommager les parties mécaniques du système. La contamination par les particules affecte non seulement la qualité d'un liquide spécifique (par exemple, des solutions pharmaceutiques, de l'eau potable et de l'eau de « process »), mais aussi les composants et les machines connectés (par exemple, les turbines d'aviation et les composants hydrauliques).

La technologie de mesure des particules sert à vérifier la propreté des liquides et à identifier les défauts de qualité et l'usure excessive afin d'éviter les éventuelles défaillances coûteuses de la machine.

### Exemples d'application:

- La contamination par les particules dans l'huile lubrifiante va nuire aux roulements en mouvement.
- Les liquides hydrauliques contaminés entraîneront des pannes mécaniques sur les pompes et les vannes.
- L'eau et les liquides pharmaceutiques contenant des particules entraîneront des préjudices pour la santé.

Les compteurs PAMAS mesurent la contamination par les particules solides des liquides et contrôlent l'efficacité des filtres et la propreté des liquides. Contrairement aux turbidimètres et aux analyseurs de distribution de taille, les compteurs de particules PAMAS mesurent la taille individuelle des particules.



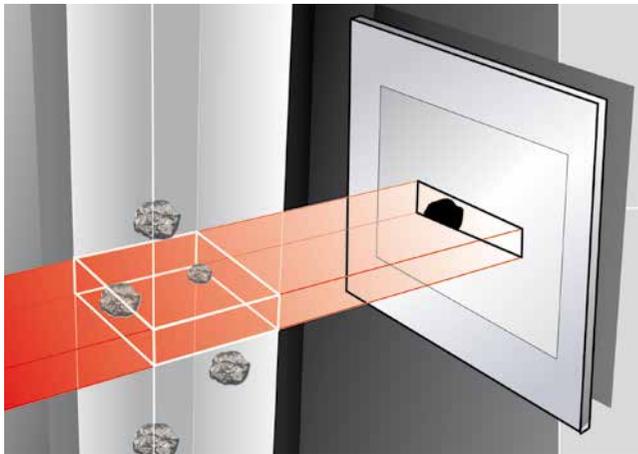
## PRINCIPES DE MESURE PHYSIQUE: MÉTHODES D'EXTINCTION DE LA LUMIÈRE ET DE DIFFUSION DE LA LUMIÈRE

Les compteurs de particules optiques fonctionnent par émission de lumière. Dans les procédures de mesure optique, les faisceaux de lumière traversent le liquide. Les ondes électromagnétiques peuvent être déviées ou absorbées lorsqu'elles rencontrent les particules dans la cellule de mesure. L'effet de lumière sur les particules est analysé à l'aide d'un matériel électronique optique étalonné précédemment.

L'analyse de la contamination à l'aide d'un compteur de particules PAMAS détermine la quantité et la taille des particules dans un liquide. Il existe deux principes fondamentaux de l'analyse de la contamination: le principe de l'extinction de la lumière (capteurs de la série PAMAS HCB-LD) et le principe de la diffusion de la lumière (capteur PAMAS SLS-25/25).

### Méthode d'extinction de la lumière avec les capteurs de la série PAMAS HCB-LD

Comptage de particules avec capteurs sous technologie de blocage de la lumière



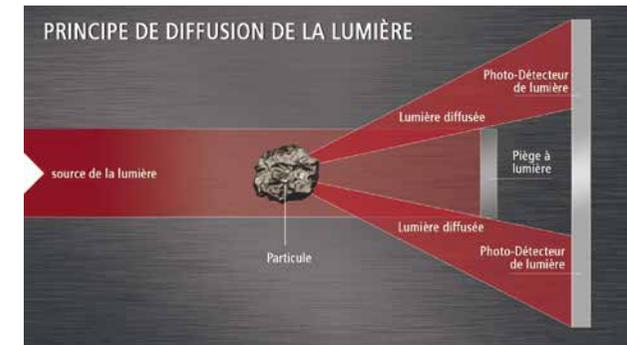
Selon le principe de l'extinction de la lumière, le liquide s'écoule à travers la cellule de mesure du capteur. La taille de cette cellule peut être différente pour chaque application. D'un côté de la cellule de mesure, il y a la source du faisceau lumineux, de l'autre côté il y a un photodétecteur. Si le liquide est pur et propre et ne contient pas de particules, la lumière se transmettra sans entrave à travers la cellule. Par contre, s'il y a des particules dans le liquide, le faisceau lumineux frappe les particules et,

par conséquent, l'ombre de la particule apparaît sur le photodétecteur. La surface de l'ombre provoque un changement de tension dans le photodétecteur et indique la taille de la particule qui s'écoule à travers la cellule du capteur. Le compteur de particules transfère le nombre d'ombres du photodétecteur en quantité de particules dans le liquide. En outre, la taille des particules est répartie dans différentes classes de taille.

### Méthode de diffusion lumineuse avec le capteur PAMAS SLS-25/25

Les rayons lumineux qui brillent sur une surface sont réfléchis et les rayons réfractés se dispersent dans toutes les directions. Le mode opératoire de la technique de diffusion de la lumière est similaire à celui de l'extinction de la lumière: sur leur trajet, les particules s'écoulent également à travers le volume éclairé de la cellule de mesure. Dans le cas de la dispersion de la lumière, les rayons lumineux dispersés sont analysés à la place de l'ombre créée. Les rayons lumineux qui ne sont pas déviés ou dispersés sont absorbés par un piège à lumière séparé. S'il n'y a pas de particules dans la cellule de mesure, la lumière est complètement absorbée par le piège à lumière.

Principe physique du capteur PAMAS SLS-25/25 sous technologie de la lumière dispersée



## NORMES D'ÉTALONNAGE

La précision de mesure des compteurs de particules automatiques est garantie par l'étalonnage. Selon l'application, les compteurs de particules PAMAS sont étalonnés selon l'étalonnage international normes ISO 11171, ISO 4402 ou ISO 21501. Les trois normes d'étalonnage sont publiées par l'Organisation internationale pour la Normalisation (ISO) à Genève. Les compteurs de particules pour l'eau et les applications pharmaceutiques sont étalonnés avec des sphères de latex mono dispersées, entre autres, selon la norme ISO 21501. Pour les applications pétrolières, les normes d'étalonnage ISO 11171 et ISO 4402 sont appliquées. Ces deux normes d'étalonnage diffèrent principalement sur trois aspects : le type de matériau d'étalonnage, la définition de la taille des particules et l'industrie dans laquelle ils sont appliqués.

### Étalonnage selon l'ISO 11171

La norme ISO 11171 définit des lignes directrices pour l'étalonnage des compteurs automatiques de particules (APC) pour l'analyse de la contamination des fluides hydrauliques. La première édition de la norme a été publiée en 1999 et révisée pour la dernière fois en 2020. Avec ses lignes directrices définies pour un étalonnage standard des APC, l'ISO 11171 assure la détermination exacte de la distribution granulométrique et une grande précision de mesure. L'ISO 11171 définit la taille des particules comme le diamètre d'un cercle de surface égale (surface projetée équivalente). L'abréviation  $\mu\text{m}(c)$  permet de faire la distinction entre l'ancienne unité de dimension selon ISO 4402 et l'unité de dimension selon ISO 11171. L'ancienne granulométrie 1  $\mu\text{m}$  correspond à environ 4  $\mu\text{m}(c)$ . Conformément à la norme ISO 11171, les compteurs automatiques de particules sont étalonnés avec des suspensions auxquelles l'ISO MTD (poussière d'essai moyenne) a été ajoutée.

### Étalonnage selon l'ISO 21501

La norme ISO 21501 standardise l'étalonnage des compteurs de particules avec des particules de latex mono dispersées de différentes tailles définies. L'ISO 21501 est subdivisée en quatre parties : l'ISO 21501-2 définit l'étalonnage des compteurs de particules en phase liquide avec un capteur de technologie à lumière diffractée intégré, tandis que la troisième partie de la norme, l'ISO 21501-3, est dédiée aux compteurs de particules en phase liquide qui fonctionnent selon le principe d'extinction de la lumière. La première partie et la quatrième partie de la norme d'étalonnage ISO 21501 ciblent le comptage des particules en milieu gazeux à l'aide de spectromètres d'aérosols et de compteurs de particules en suspension dans l'air.

### Étalonnage selon l'ISO 4402 (annulé)

La norme d'étalonnage ISO 4402 stipule l'utilisation d'ACFTD (Air Cleaner Fine Test Dust). Aujourd'hui, l'ACFTD n'est plus disponible, la production de ce matériau ayant cessé en 1992. La norme d'étalonnage ISO 4402 n'est donc plus une norme valide, bien qu'elle soit encore utilisée dans de nombreux secteurs. Selon ISO 4402, la taille des particules est mesurée selon l'unité de mesure „ $\mu\text{m}$ “. L'ISO 4402 définit la taille des particules comme étant égale à sa dimension la plus longue. En 1999, l'ISO 4402 a été remplacée par l'ISO 11171.



## NORMES DE PROPRETÉ

Un compteur de particules automatique indique les résultats de mesure en comptage cumulatif ou différentiel et dans l'unité de mesure „particules par millilitre“. Selon les exigences des utilisateurs, le nombre de particules peut également être attribué aux classes de propreté. Il existe neuf normes industrielles approuvées, couramment utilisées pour la classification de la propreté des liquides et pour la création de rapport pour définir le niveaux de contamination. Les normes ont été établies pour permettre une classification uniforme de la propreté des liquides. Avec l'aide de ces normes, l'utilisateur peut évaluer facilement et rapidement le niveau de contamination du fluide.

Exemple: Le code triple selon ISO 4406: 1999 se réfère aux intervalles de taille  $> 4 \mu\text{m(c)}$ ,  $> 6 \mu\text{m(c)}$  et  $> 14 \mu\text{m(c)}$ . Le code 18/16/13 indique que le liquide contient plus de 1.300 et jusqu'à 2.500 particules par millilitre (code 18) de particules supérieures à  $4 \mu\text{m(c)}$ . Il y a plus de 320 et jusqu'à 640 particules par millilitre (code 16) dimensionnant plus de  $6 \mu\text{m(c)}$ . L'intervalle entre plus de 40 et jusqu'à 80 particules par millilitre est attribué au code numéro 13, ce qui signifie qu'il y a plus de 40 et jusqu'à 80 particules par millilitre dans le liquide qui mesure plus de  $14 \mu\text{m(c)}$ .

| Standard                        | Procédure et matériau d'étalonnage   | Taille de particules   |
|---------------------------------|--|--|
| <b>DEF STAN 91-091</b>          | Procédure: ISO 11171<br>Test dust: ISO MTD   | trois intervalles de taille pour les tailles de particules<br>$> 4 \mu\text{m(c)}$ , $> 6 \mu\text{m(c)}$ and $> 14 \mu\text{m(c)}$  |
| <b>GJB 420</b>                  | Procédure: ISO 11171<br>Test dust: ISO MTD   | six intervalles de taille pour les tailles de particules<br>$> 4 \mu\text{m(c)}$ , $> 6 \mu\text{m(c)}$ , $> 14 \mu\text{m(c)}$ , $> 21 \mu\text{m(c)}$ , $> 38 \mu\text{m(c)}$ and $> 70 \mu\text{m(c)}$  |
| <b>GOST 17216</b>               | Procédure: ISO 4402<br>Test dust: ACFTD  | intervalle de taille entre 0,5 and 200 $\mu\text{m}$   |
| <b>ISO 4406:1987 (obsolète)</b> | Procédure: ISO 4402<br>Test dust: ACFTD  | deux ou trois intervalles de tailles<br>$> 5 \mu\text{m}$ and $> 15 \mu\text{m}$ or $> 2 \mu\text{m}$ , $> 5 \mu\text{m}$ and $> 15 \mu\text{m}$   |
| <b>ISO 4406:1999</b>            | Procédure: ISO 11171<br>Test dust: ISO MTD   | trois intervalles de tailles<br>$> 4 \mu\text{m(c)}$ , $> 6 \mu\text{m(c)}$ and $> 14 \mu\text{m(c)}$  |
| <b>NAS 1638 (obsolète)</b>      | Procédure: normalement ISO 4402<br>Test dust: ACFTD  | cinq intervalles de taille<br>5-15 $\mu\text{m}$ , 15-25 $\mu\text{m}$ , 25-50 $\mu\text{m}$ , 50-100 $\mu\text{m}$ , $>100 \mu\text{m}$   |
| <b>SAE AS 4059</b>              | Procédure: ISO 11171<br>Test dust: ISO MTD   | six intervalles de tailles<br>$> 4 \mu\text{m(c)}$ , $> 6 \mu\text{m(c)}$ , $> 14 \mu\text{m(c)}$ , $> 21 \mu\text{m(c)}$ , $> 38 \mu\text{m(c)}$ and $> 70 \mu\text{m(c)}$  |
| <b>VDA-19</b>                   | Procédure: ISO 11171 / ISO 21501<br>Test dust: ISO MTD /<br>billes de latex monodispersées | dix intervalles de tailles<br>$> 5 \mu\text{m}$ , $> 15 \mu\text{m}$ , $> 25 \mu\text{m}$ , $> 50 \mu\text{m}$ , $> 100 \mu\text{m}$ ,<br>$> 150 \mu\text{m}$ , $> 200 \mu\text{m}$ , $> 400 \mu\text{m}$ , $> 600 \mu\text{m}$ and $> 1000 \mu\text{m}$ |
| <b>ISO 16232-10</b>             | Procédure: ISO 11171 / ISO 21501<br>Test dust: ISO MTD /<br>billes de latex monodispersées | dix intervalles de tailles<br>$> 5 \mu\text{m}$ , $> 15 \mu\text{m}$ , $> 25 \mu\text{m}$ , $> 50 \mu\text{m}$ , $> 100 \mu\text{m}$ ,<br>$> 150 \mu\text{m}$ , $> 200 \mu\text{m}$ , $> 400 \mu\text{m}$ , $> 600 \mu\text{m}$ and $> 1000 \mu\text{m}$ |

**PAMAS SIÈGE SOCIAL EN ALLEMAGNE**

Dieselstraße 10  
D-71277 Rutesheim  
Telefon +49 71 52 99 63-0  
Telefax +49 71 52 99 63-32  
E-mail info@pamas.de  
Web www.pamas.de

**PAMAS SUCCURSALES DANS LE MONDE ENTIER**

**PAMAS BENELUX**

MECHELEN / BELGIQUE

**PAMAS FRANCE**

SAINT-JULIEN-EN-BORN / FRANCE

**PAMAS HISPANIA**

ALGORTA / ESPAGNE

**PAMAS INDIA**

BANGALORE / INDE  
SONEPATH / INDE

**PAMAS LATIN AMERICA**

CURITIBA / BRÉSIL

**PAMAS UK**

BRADFORD / GRANDE-BRETAGNE

**PAMAS USA**

TULSA / OKLAHOMA  
HOUSTON / TEXAS