

OLYMPUS

Your Vision, Our Future

Stéréomicroscopes

SZX2

SZX10/SZX16 pour les sciences des matériaux

ryf ag

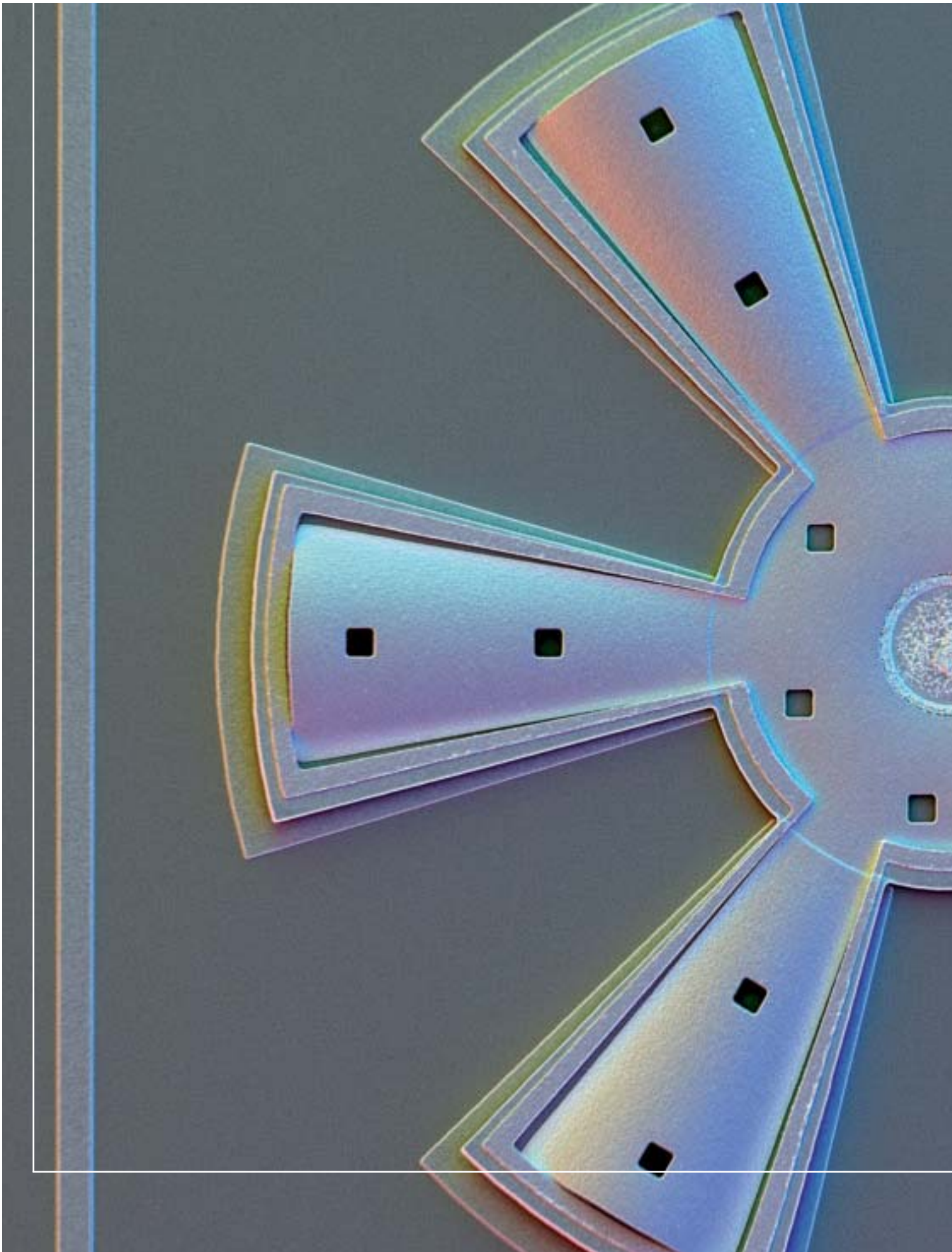


Ryf AG
Bettlachstrasse 2
2540 Grenchen
tel 032 654 21 00
fax 032 654 21 09

www.ryfag.ch

Les références de la stéréomicroscopie





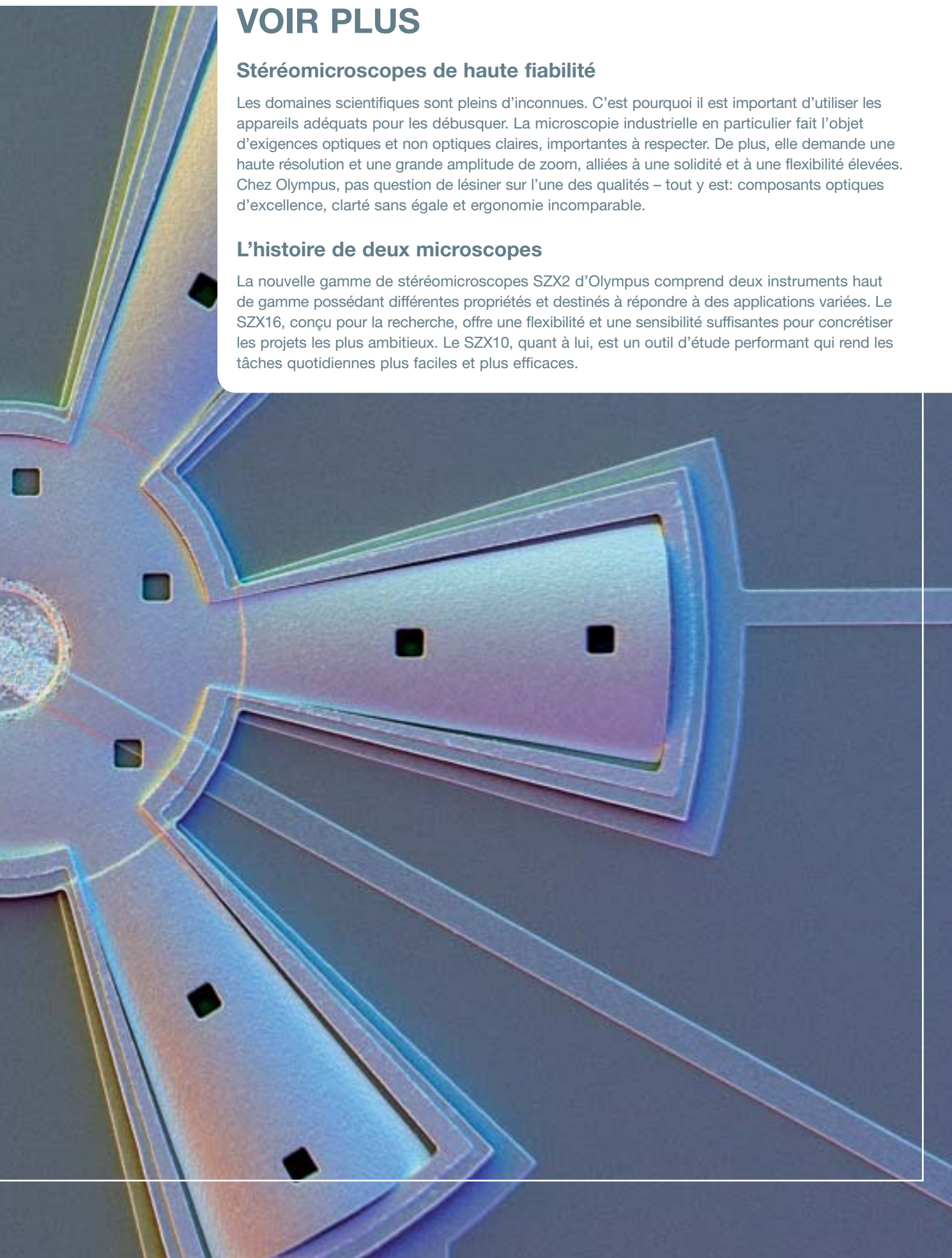
VOIR PLUS

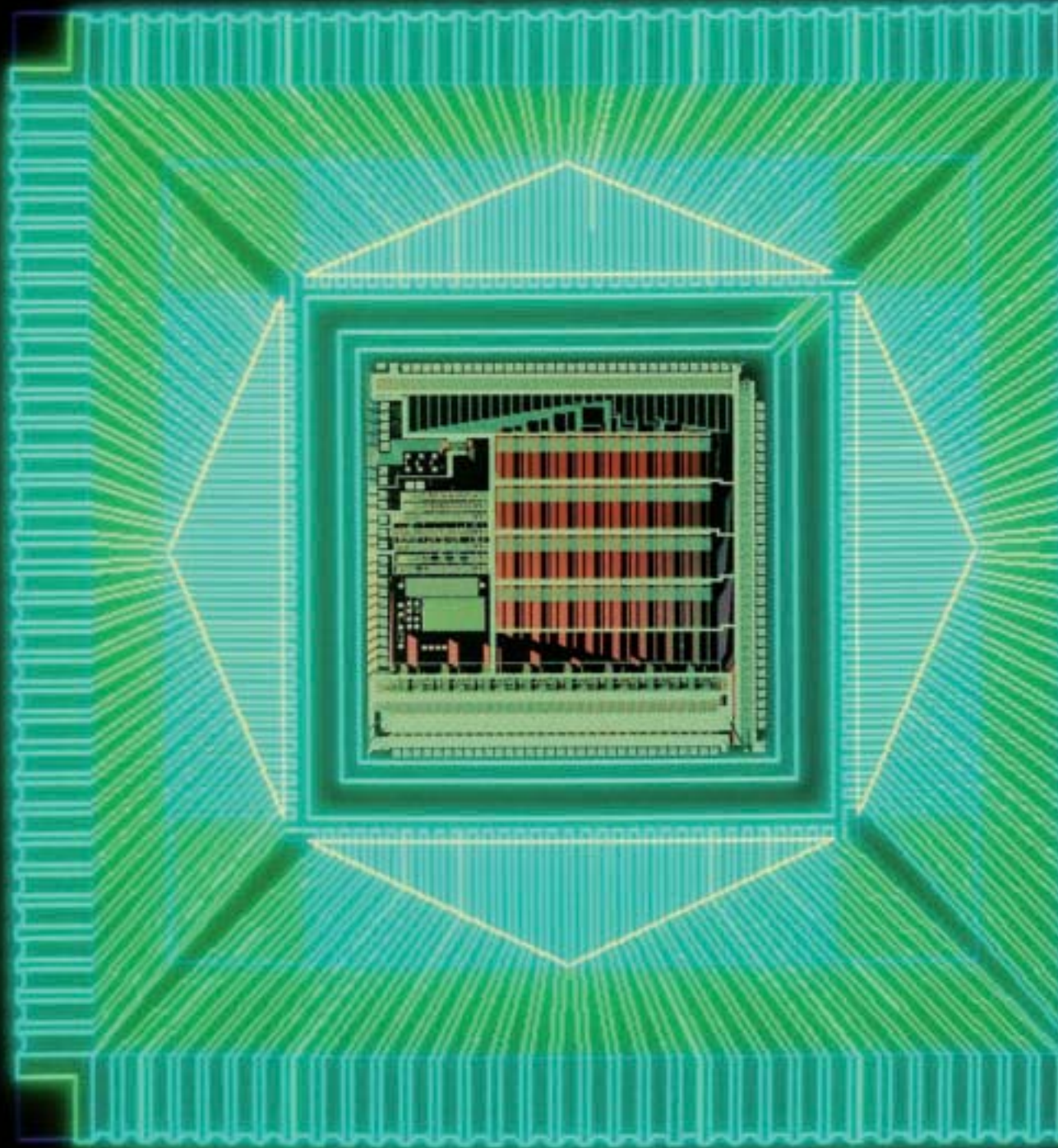
Stéréomicroscopes de haute fiabilité

Les domaines scientifiques sont pleins d'inconnues. C'est pourquoi il est important d'utiliser les appareils adéquats pour les débusquer. La microscopie industrielle en particulier fait l'objet d'exigences optiques et non optiques claires, importantes à respecter. De plus, elle demande une haute résolution et une grande amplitude de zoom, alliées à une solidité et à une flexibilité élevées. Chez Olympus, pas question de lésiner sur l'une des qualités – tout y est: composants optiques d'excellence, clarté sans égale et ergonomie incomparable.

L'histoire de deux microscopes

La nouvelle gamme de stéréomicroscopes SZX2 d'Olympus comprend deux instruments haut de gamme possédant différentes propriétés et destinés à répondre à des applications variées. Le SZX16, conçu pour la recherche, offre une flexibilité et une sensibilité suffisantes pour concrétiser les projets les plus ambitieux. Le SZX10, quant à lui, est un outil d'étude performant qui rend les tâches quotidiennes plus faciles et plus efficaces.





PRÉSENT, AUJOURD'HUI COMME DEMAIN

Quels que soient vos besoins, la gamme SZX2 vous conviendra

Que ce soit pour réaliser une tâche quotidienne ou une expérience encore inédite, vous pouvez sans problème compter sur un microscope Olympus. Grâce à son expérience de longue date et à ses nombreuses avancées révolutionnaires, Olympus sait comment tirer le meilleur parti de vos échantillons – la gamme SZX2 en est la preuve.



Des produits adaptés à vos besoins

6-11

De la même manière que les vêtements de quelqu'un d'autre ne vous iront pas forcément, chaque microscope ne convient pas non plus à tous les utilisateurs. Avec Olympus, vous pourrez choisir le stéréomicroscope le mieux adapté à vos besoins tout en gardant la possibilité de le faire évoluer.



Parfaitement équilibrés

12-17

Une machine fonctionne toujours mieux lorsque tous ses composants sont parfaitement équilibrés. Il en est de même pour les microscopes. Ainsi, l'utilisateur pourra tirer le meilleur parti de sa préparation.



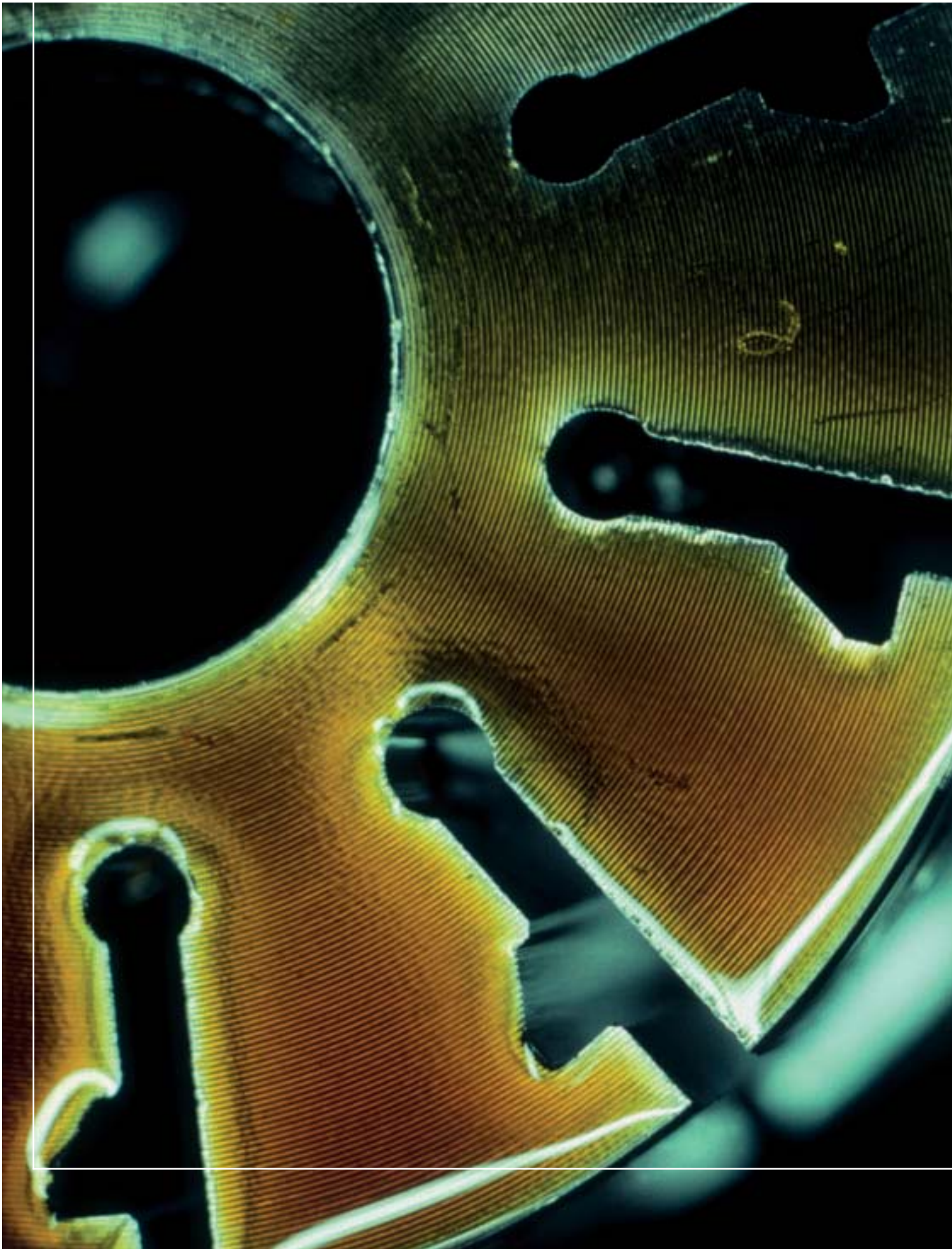
Une image plus agrandie que jamais

18-23

Le choix d'un stéréomicroscope est une tâche très importante. Chaque processus nécessite un outil différent et Olympus peut vous fournir une solution pour chacun d'entre eux.

Votre réussite. Notre objectif.

Olympus est spécialisé dans la mise au point de microscopes et d'accessoires à la pointe de la technologie, destinés à vous assister dans votre travail. Nous sommes fiers de nos compétences en R&D et en fabrication, ainsi que de notre assistance client particulièrement attentive. Par conséquent, notre but ultime est de vous faire réussir, aujourd'hui comme demain.



DES PRODUITS ADAPTÉS À VOS BESOINS

Haute technologie et flexibilité extrême

Quels que soient vos besoins, vous pouvez être sûr que vous en verrez toujours plus avec un microscope Olympus. Tous les produits de la gamme possèdent des composants optiques supérieurs et un profil ergonomique. Que vous vouliez un stéréomicroscope classique doté de capacités de documentation incomparables ou un stéréomicroscope complet pour la recherche offrant une amplitude de zoom exceptionnelle, vous aurez assurément fait le bon choix.

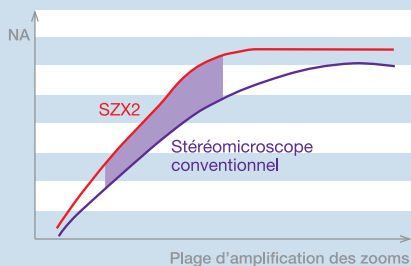


A SZX16

Stéréomicroscope pour la recherche

**B NA élevée à toutes les amplifications**

Jusqu'à 22 % de résolution en plus

**C Objectif stéréoscopique**

SDF PLAPO 2XPFC



POTENTIEL ILLIMITÉ

Comme les produits et composants ne cessent de se réduire en taille et de gagner en complexité, les microscopes utilisés dans les procédures de R&D et d'analyse doivent renforcer leur flexibilité et leur capacité à identifier les détails les plus infimes à travers une large gamme d'amplifications.

Une nouvelle résolution

A La gamme SZX2 utilise les trajectoires optiques parallèles du système galiléen (ou télescope). Le microscope SZX16 va encore plus loin en proposant des lentilles plus grandes fabriquées à partir des derniers types de verre disponibles, ce qui permet une augmentation des ouvertures numériques (NA) et donc une netteté irréprochable. Ainsi, l'Olympus SZX16 offre une résolution maximale de 900 lignes par millimètre (NA = 0,3). De fait, vous pouvez distinguer deux points séparés seulement de 1,11 μm .

Collecter un maximum d'informations

B Les stéréomicroscopes sont conçus pour améliorer la résolution à mesure que l'amplification augmente en faisant appel aux composants optiques. La gamme SZX2 possède d'ailleurs les NA les plus élevées dans toutes les amplitudes de zoom. Toutefois, les utilisateurs ont tendance à ne pas travailler avec le zoom de manière linéaire et passent 85 % de leur temps dans les niveaux d'amplification moyens. C'est pourquoi la conception avancée des composants optiques du zoom du SZX2 augmente la NA dans cette section spécifique, ce qui permet à l'utilisateur de voir 20 % de détails et d'informations en plus.

Petit deviendra grand

Les composants optiques du SZX16 ont non seulement amélioré la clarté de l'image, mais ils ont aussi élargi l'amplitude du zoom, assurant ainsi une plus haute flexibilité. Avec un des meilleurs rapports de zoom au monde (16,4:1) et des objectifs parfocaux, le SZX16 va de 3,5x à 230x sans avoir besoin d'interrompre l'observation de la préparation – une performance tout simplement incomparable. En d'autres termes, le rapport de zoom effectif est de 65,7:1.

Une gamme exclusive

Parmi les six objectifs corrigés apochromatiques disponibles, les 0,3x et 0,8x sont optimisés pour augmenter la distance frontale. Les 0,5x, 1,0x, 1,6x et 2,0x étant parfocaux, il est possible de changer d'objectif facilement, en utilisant la tourelle porte-objectif à deux positions. La remise au point est également minimisée, nécessitant seulement des corrections de l'ordre du millimètre. Cet avantage réduit de manière significative le temps nécessaire pour réaliser des examens complexes où il faut rapidement passer d'une vision large à une vue détaillée.

Aux frontières du possible

C Pour l'instant, les stéréomicroscopes sont incapables de visualiser des détails en μm lorsque la préparation est recouverte d'une couche épaisse de plastique (ex. DVD), de verre (ex. chambre de congélation ou de chauffe pour l'étude du comportement thermique des matériaux) ou d'eau (ex. structures électroniques des biopuces). Ce phénomène est dû à des aberrations causées par les différents indices de réfraction entre l'air et le plastique, le verre ou l'eau. Pour lutter contre ce problème, Olympus a imaginé une bague de correction qui permet de manipuler avec précision la lentille d'objectif afin de compenser ces différences. Avec cette technique, il est possible d'obtenir des images nettes et précises même à travers 5 mm d'eau. C'est la première fois qu'un accessoire de la sorte est utilisé avec un objectif de stéréomicroscope.

3D améliorée

Le système optique utilisé dans le SZX16 améliore l'effet 3D pour donner plus de dynamisme aux objets en trois dimensions et permettre à l'utilisateur de mieux discerner les détails. Cette avancée se reflète même sous de fortes amplifications, lorsque le stéréomicroscope atteint les limites de ses capacités. Le but est d'aider à interpréter et à décrire les structures et de faciliter la fabrication manuelle de prototypes de micro-ensembles.

Optimisés pour les yeux et la caméra

Alors que nos deux yeux peuvent apprécier la vision stéréoscopique générée par le stéréomicroscope, une caméra en est incapable. Avec la gamme SZX2, un léger mouvement de l'objectif entraîne l'envoi de l'image via une trajectoire optique axiale unique. Ce processus élimine les différences en résolution selon les axes X et Y et donne une image parfaitement mise au point dans tout le champ d'observation. Il s'agit là d'une avancée des plus extraordinaires en termes d'imagerie numérique pour les stéréomicroscopes.

Hautement polyvalents

D L'ajout de la caméra DP71 offre un système d'imagerie pour stéréomicroscope le plus performant du moment. Dès lors, que vous soyez en train de fabriquer de nouveaux composants pour un système microélectromécanique (MEMS) ou d'analyser les techniques de peinture des anciens maîtres, vous pourrez en voir plus et en enregistrer plus grâce au SZX16.

D Confortable et numérique

Tête d'observation trinoculaire inclinable avec caméra DP71



E SZX16

Systeme de stéréomicroscope destiné à la recherche

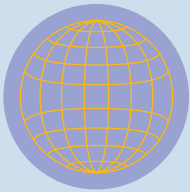


A SZX10

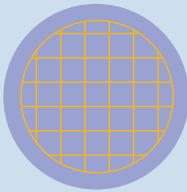
Stéréomicroscope pour la routine avancée

**B Objectifs non déformants**

Images non déformées jusqu'aux extrémités du champ d'observation



Stéréomicroscope traditionnel



SZX10

C Distance frontale importante

Davantage d'espace de travail



AU-DELÀ DE LA ROUTINE

Certaines tâches effectuées quotidiennement sont loin d'être banales, et un stéréomicroscope de base ne fournira pas forcément la flexibilité requise pour mener à bien la procédure. Pour de telles applications, Olympus a mis au point le stéréomicroscope classique mais avancé SZX10.

Le SZX10 – naturellement

A Lorsqu'une préparation arrive pour examen approfondi, vous savez sans doute déjà à quoi elle va ressembler. Vous en connaissez les dimensions, les couleurs et les propriétés de surface. Et l'observation que vous ferez de votre préparation avec le SZX10 correspondra tout à fait à ce que vous aviez en tête. Comme le SZX16, le SZX10 repose sur les principes du système galiléen, mais s'attache davantage à présenter des images parfaitement fidèles de la préparation qu'à atteindre une limite physique absolue en termes de résolution. À noter toutefois que le SZX10 offre tout de même une résolution remarquable de 600 lignes par millimètre, ce qui permet la visualisation de structures de seulement 2 µm.

Un carré est un carré

B Il est très difficile de corriger les déformations sur les stéréomicroscopes, vu que les deux trajectoires optiques ne sont pas perpendiculaires à la surface de la préparation. Contrairement à d'autres stéréomicroscopes de cette catégorie, le SZX10 fournit cependant des images quasiment parfaites et non déformées. Cette qualité s'obtient en équilibrant correctement la résolution, la distance frontale, la correction chromatique, l'astigmatisme et l'angle stéréoscopique. L'effet «bombé» qui courbe normalement les lignes droites n'est donc pas présent avec le SZX10. En un mot, un carré reste un carré.

Davantage dans l'objectif

Afin de faire du SZX10 un véritable outil d'examen, le système optique ne vise pas seulement à reproduire correctement les formes et les couleurs, mais également à offrir une profondeur de champ (DOF) maximale. Concrètement, le SZX10 bénéficie d'une profondeur de champ jusqu'à deux fois plus élevée que celle du SZX16 à résolution optimisée. Cette amélioration réduit le besoin de remise au point et facilite grandement les tâches telles que la soudure.

Espace de travail

C Une grande distance frontale revêt toute son importance lorsqu'il est question d'examiner les structures inférieures d'une préparation de grande taille, comme les pales d'une turbine. Une grande distance frontale facilite également le changement et la manipulation des préparations. Aussi, le SZX10 propose huit objectifs différents pour répondre aux exigences les plus extrêmes.

Absence de déformation

L'objectif planapochromatique non déformant DFPLAPO1x offre une distance frontale de 81 mm. Pour les situations nécessitant une distance frontale accrue sans réduction d'ouverture numérique, le SZX-ACH1x propose une distance frontale de 90 mm. L'objectif 1,25x est également disponible en DFPLAPO ou en SZX-ACH. La série d'objectifs est complétée par les objectifs DFPL achromatiques non déformants 0,5x, 0,75x, 1,5x et 2x.

Fonctionnalités uniques

Pour améliorer ses fonctionnalités, le SZX10 peut être équipé d'une tourelle porte-objectif à deux positions. Cette tourelle permet de passer rapidement d'un objectif à l'autre – une caractéristique unique dans cette catégorie de stéréomicroscope.

Rien que pour vos yeux

D Le SZX10 offre un degré unique de confort optique, qui aide les utilisateurs à se préserver de la fatigue oculaire – avantage inestimable lorsqu'il faut rester concentré et pleinement opérationnel. De plus, les oculaires innovants ComfortView associés à l'angle stéréo adapté génèrent une vision agréable et naturelle, ce qui permet de réduire le temps nécessaire à l'ajustement du microscope. Vos yeux se concentrent plus vite sur l'image stéréoscopique tandis que votre tête bénéficie d'une plus grande liberté de mouvement – sans pour autant diminuer l'effet 3D.

Grandes possibilités en imagerie

Montrez aux autres ce dont vous êtes capable en créant un système d'imagerie basé sur le SZX10. Grâce à une tête trinoculaire adaptée au SZX10, l'objectif peut être légèrement déplacé pour utiliser la trajectoire axiale. Ainsi, la vision obtenue sera perpendiculaire, ce qui permettra à l'utilisateur de réaliser des mesures précises et de constituer des preuves numériques parfaites pour ses conclusions.

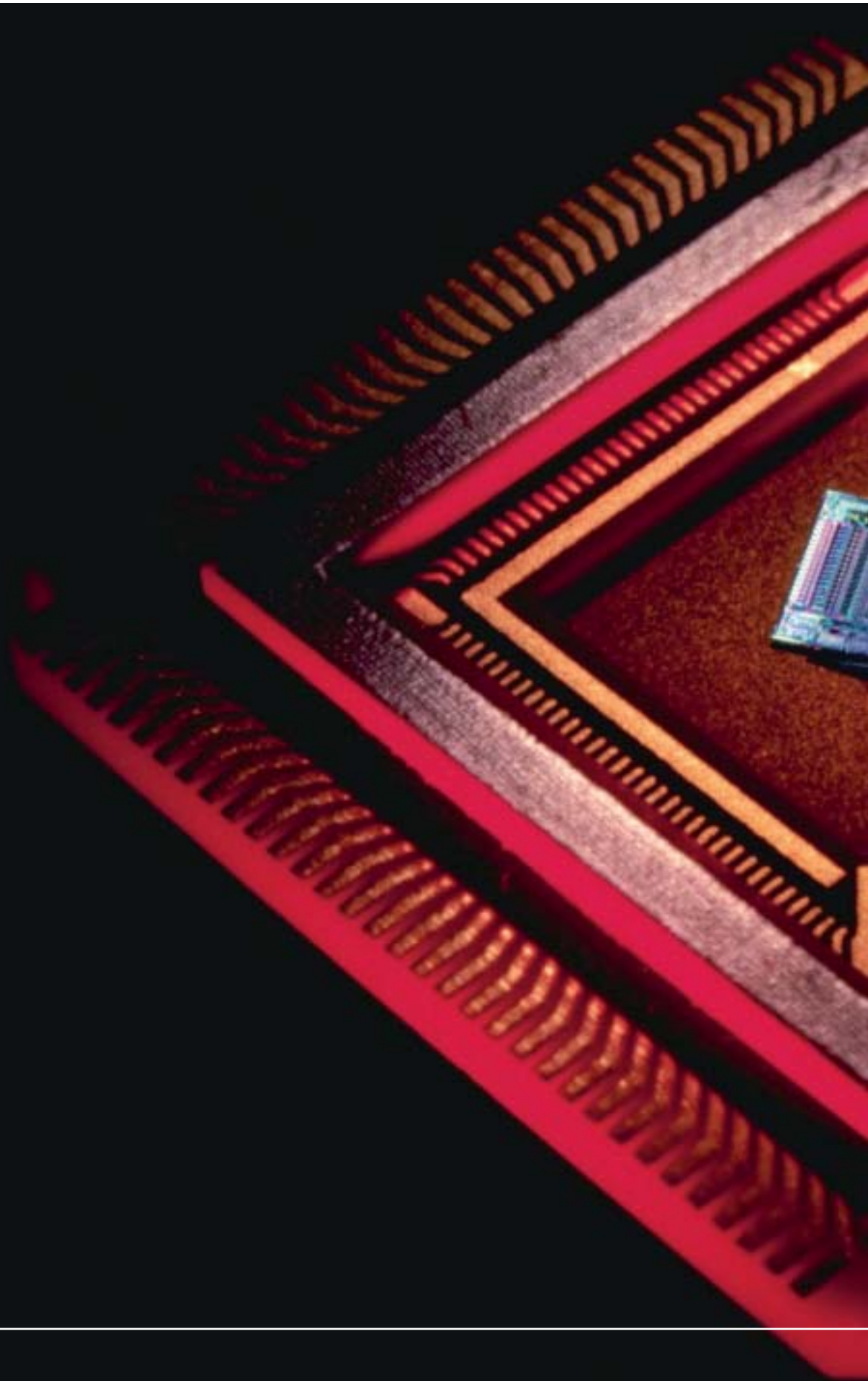


Confort exceptionnel pour les yeux

E SZX10

Dispositif d'imagerie

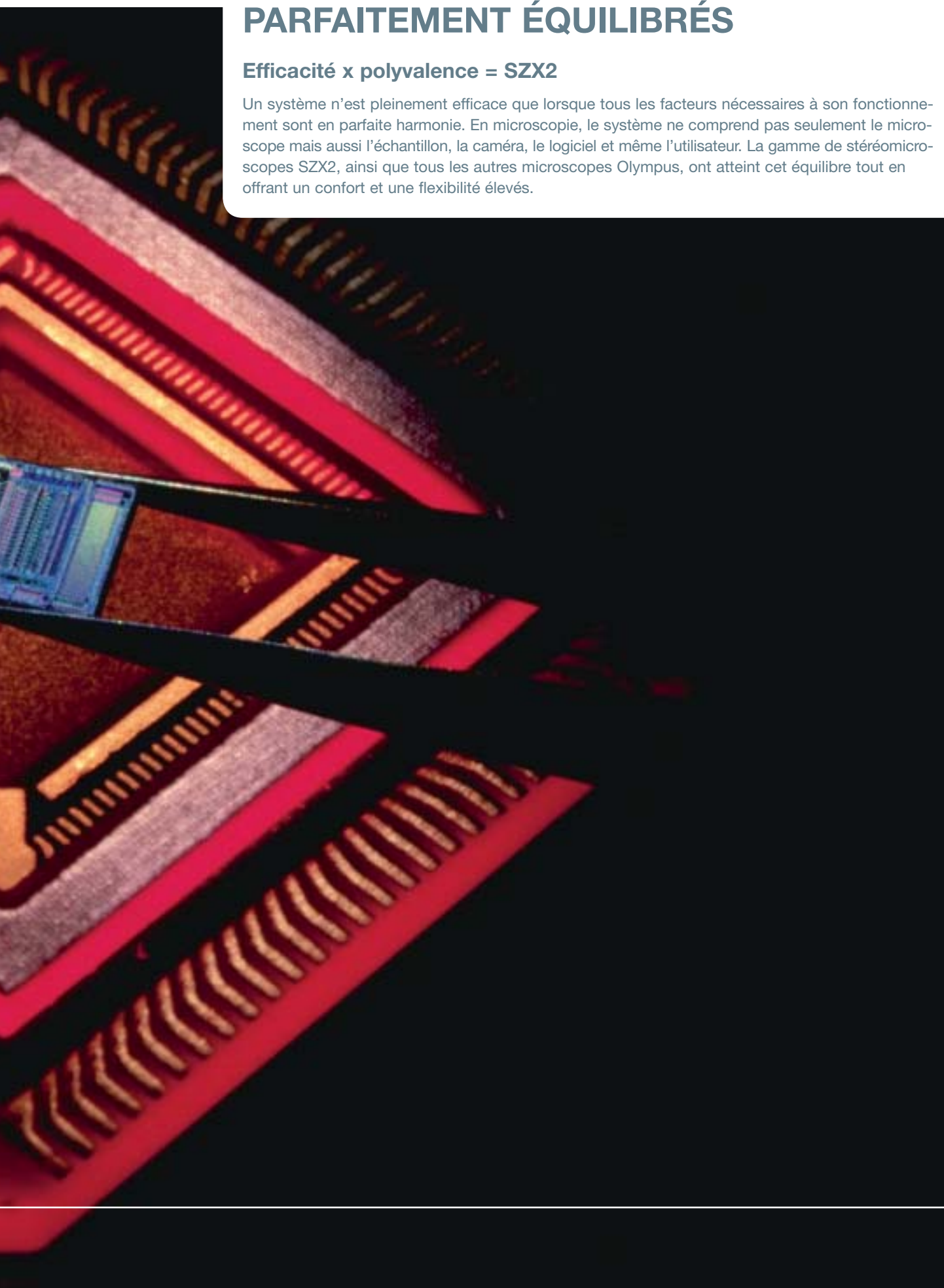




PARFAITEMENT ÉQUILIBRÉS

Effacité x polyvalence = SZX2

Un système n'est pleinement efficace que lorsque tous les facteurs nécessaires à son fonctionnement sont en parfaite harmonie. En microscopie, le système ne comprend pas seulement le microscope mais aussi l'échantillon, la caméra, le logiciel et même l'utilisateur. La gamme de stéréomicroscopes SZX2, ainsi que tous les autres microscopes Olympus, ont atteint cet équilibre tout en offrant un confort et une flexibilité élevés.





A Caractéristiques ergonomiques pour des positions de travail agréables

B Mise au point précise

Même à des niveaux d'amplification élevés



C Base d'illumination SZX2-ILT équipée de LED

Accès aisé à quatre méthodes de contraste différentes



DANS LA ZONE DE CONFORT

Le fait d'utiliser un équipement ou de se tenir dans une position pendant trop longtemps peut engendrer du stress et de la fatigue. En stéréomicroscopie, les yeux sont souvent figés dans une position pendant de longues périodes afin de ne pas perdre l'image. Cet effort constant entraîne une tension oculaire et augmente le risque de maux de tête et de nuque. Une multitude de caractéristiques ergonomiques ont été intégrées à la gamme SZX2 pour réduire cette fatigue. Celles-ci permettent notamment de capturer et de garder plus facilement l'image stéréoscopique tout en limitant le risque de passer à côté d'éléments importants.

Observer de n'importe où

A E Avec des stéréomicroscopes à utiliser en position assise et d'autres à utiliser en position debout, la gamme SZX2 peut accueillir diverses têtes d'observation binoculaires et trinoculaires qui garantissent autant l'une que l'autre une visualisation confortable. Cependant, il faut parfois pouvoir utiliser la tête d'observation dans les deux positions. Voilà pourquoi Olympus a mis au point la tête d'observation ergonomique. Cette tête peut être déplacée de 5° à 45° (jusqu'à l'horizontale) pour une excellente personnalisation – ainsi, le microscope peut s'adapter à de nombreux utilisateurs et non l'inverse.

Fonctionnalité et esthétique

La gamme SZX2 est aussi ergonomique qu'esthétique. Tous les composants sont prévus pour constituer un système optique parfait, alliant un confort optimal à un style élégant. Les commandes sont facilement accessibles et maniables, et le cadre est solide. Le tout assure un contrôle précis de toutes les fonctions. Le corps du zoom offre un accès nettement plus aisé aux commandes, et sa longueur plus courte permet un abaissement du point d'œil. Il est dès lors possible d'utiliser des objectifs à distance frontale plus grande sans occasionner de perte de confort.

Finesse de mise au point

B Le moteur de mise au point est probablement le dispositif de commande le plus utilisé dans les stéréomicroscopes. Par conséquent, Olympus a apporté le plus grand soin à rendre son accès aisé et confortable, mais également à rendre son fonctionnement aussi précis et simple que possible. L'unité de mise au point fine SXZ2-FOF possède une boîte de vitesses à trains planétaires offrant des déplacements doux et souples sans pareils. En outre, la sensibilité a été plus que doublée par rapport aux modèles précédents pour faire de la mise au point une manœuvre aisée, même en présence d'amplifications élevées: un autre coup d'éclat d'Olympus.

Plats et flexibles

C Les sources de lumière transmises pour la stéréomicroscopie nécessitent en général des statifs dont la base mesure au minimum 80 mm de haut. Une telle hauteur peut entraîner des douleurs aux bras et obliger à adopter une position inconfortable en raison de la hauteur du point d'œil. L'illuminateur SZX2-ILLT à LED et ses 41 mm de haut est non seulement deux fois moins épais que les bases traditionnelles mais en plus, il offre des possibilités de contraste exceptionnelles grâce à la tourelle à quatre positions: sur fond clair, sur fond noir, en oblique, en lumière polarisée. L'illumination en oblique est réalisée à l'aide d'un film optique à microlamelles qui produit un contraste régulier sur tout le champ de vision.

Confort optique

D E En général, personne ne pense à la manière dont nos yeux et notre cerveau se coordonnent pour nous faire voir en 3D. En stéréomicroscopie cependant, le système d'amplification optique peut mettre ce processus sous tension, provoquant douleur oculaire et maux de tête. Il est alors difficile de garder une image en 3D ou dans certains cas, d'utiliser le microscope longtemps. Olympus a donc pris toutes les mesures possibles pour améliorer le bien-être des yeux. En plus des oculaires ComfortView qui permettent davantage de mouvements des yeux sans perte d'effet 3D, l'angle de convergence entre les oculaires a été optimisé sur les têtes d'observation SZX2 pour une observation plus détendue.

D Oculaires ComfortView

Observation stéréoscopique plus aisée et tension oculaire moindre



E Tête d'observation trinoculaire inclinable

Débattement de 5-45°



A Imagerie axiale

Position de l'objectif pour une imagerie numérique parfaite

**B** Éclairage annulaire par LED

Avec huit segments réglables

**C** Commande à distance

pour allumer les LED



NUMÉRIQUES SUR TOUTE LA LIGNE

La puissance n'est rien sans contrôle; le SZX10 et le SZX16 vous offrent les deux. En effet, le système mis en place permet une traçabilité des images et est donc parfait pour des applications où tout doit être documenté.

S'engager dans la trajectoire axiale

A Les stéréomicroscopes SZX2 d'Olympus sont parfaits pour révéler clairement les détails et créer d'excellents systèmes d'imagerie. Pour compiler de la documentation, il n'est toutefois pas possible de placer une caméra sur l'une des deux trajectoires optiques obliques, vu que l'image enregistrée doit être prise directement au-dessus de l'échantillon. D'où l'intérêt de la tourelle porte-objectif, grâce à laquelle chaque objectif Olympus peut être placé dans une deuxième position afin de n'avoir qu'une seule trajectoire axiale perpendiculaire à la surface de la préparation.

12 millions de pixels

Montrez aux autres le fruit de votre travail en créant des images grâce à un système basé sur le SZX2. Olympus propose une large gamme de caméras numériques, allant des SLR numériques à la DP71 qui offre une résolution de plus de 12 millions de pixels. Ainsi, vous pourrez ajuster votre système à vos applications.

Une différence lumineuse

La documentation numérique requiert, outre un stéréomicroscope de qualité pour capturer l'image, un bon dispositif d'illumination capable de créer le bon contraste. Que vous ayez besoin de lumière transmise ou incidente, Olympus propose les systèmes d'illumination à LED les plus avancés du marché. Ces derniers donnent une température de couleur constante et une illumination homogène sur tout le champ d'observation.

Contrôle total

B C Pour la lumière incidente, Olympus propose des éclairages annulaires à huit segments possédant 80 LED. Chaque segment peut être allumé et éteint à distance, ce qui permet de régler facilement tant le niveau que la direction du contraste. Par simple pression sur un bouton, vous pouvez passer d'un éclairage annulaire complet pour une illumination homogène à un éclairage avec un seul segment pour un contraste marqué. De plus, des boutons de mémoire sont prévus pour enregistrer des paramètres et pouvoir reproduire ces mêmes conditions avec précision et exactitude.

Homogénéité

Pour la lumière transmise, Olympus propose une technologie totalement neuve et innovante, qui génère un contraste homogène pour l'observation de préparations transparentes. En plus de ne faire que 41 mm d'épaisseur, le système d'illumination par LED est le premier à offrir un accès aisé à quatre méthodes d'observation différentes.

Le meilleur choix

D La tourelle permet de sélectionner rapidement et facilement une illumination sur fond clair, sur fond noir ou en oblique. Une position de désengagement est même possible pour les filtres de lumière polarisée. L'illumination en oblique est obtenue par un système unique de microlamelles placées sur une pièce de verre, qui orientent la lumière dans une direction spécifique. Un petit bouton de commande permet de régler le niveau de contraste. C'est la première technique de contraste oblique pour stéréomicroscopes qui produit un contraste homogène sur tout le champ d'observation et génère ainsi des conditions idéales pour l'imagerie numérique.

Extraire plus d'informations

Doté des dernières technologies d'analyse d'image, des composants optiques SZX2 avancés et des améliorations en termes de motorisation, un système d'imagerie basé sur la gamme SZX2 vous donnera des résultats précis plus rapidement. Il augmentera aussi fortement la quantité d'informations que vous pourrez tirer de vos préparations.

La troisième dimension

Si nos yeux sont capables de voir en trois dimensions, une caméra numérique ne l'est pas. Afin de partager vos conclusions et d'en discuter avec vos collègues plus efficacement, la gamme SZX2 offre la possibilité de créer des images avec navigation 3D. Le système d'entraînement motorisé en Z disponible en option, d'une résolution de 1 µm, peut être directement commandé par le logiciel d'imagerie analySIS d'Olympus pour capturer des images tridimensionnelles précises.

Traitement des images 3D

E Une fois que vous avez défini les surfaces inférieure et supérieure de la structure 3D par la mise au point des surfaces respectives, le logiciel d'imagerie analySIS se charge du reste. Le résultat sera une image que vous pouvez incliner et faire pivoter pendant vos explications, ce qui les rendra beaucoup plus percutantes et efficaces. En outre, vous pouvez aussi créer un vol virtuel au-dessus de la surface des préparations et l'enregistrer dans un fichier .avi.

Mesures multidimensionnelles

F G Si votre travail requiert plus que des descriptions qualitatives, le SZX2 vous permet de réaliser des mesures précises en 2D et en 3D. Calibrez d'abord le logiciel analySIS et ensuite, vous serez prêt à utiliser l'interface intuitive et interactive pour mesurer manuellement ou automatiquement. Une fois le cran d'arrêt du zoom encliqueté, il est possible de revenir indéfiniment au même degré d'amplification. De plus, les mesures en 3D peuvent être effectuées sur des images obtenues en utilisant la mise au point motorisée précise.

Tâches analytiques automatisées

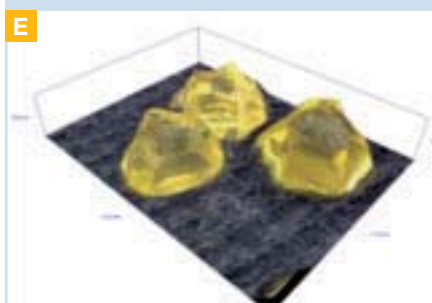
Les microscopes SZX2 sont parfaits pour l'automatisation des tâches analytiques classiques, comme l'analyse des résidus présents sur les filtres. Combinée à une platine de balayage à haute vitesse, à une caméra numérique rapide et au filtre Inspector d'analySIS, la gamme SZX2 vous fournira un rapport d'analyse des résidus précis et conforme aux dernières normes industrielles et ce, automatiquement.

D Sélecteur de contraste

SZX2-ILLT pour quatre diaphragmes de contraste



E



Visualisation 3 D générée en recoupant les données de hauteur et celles de l'image

F

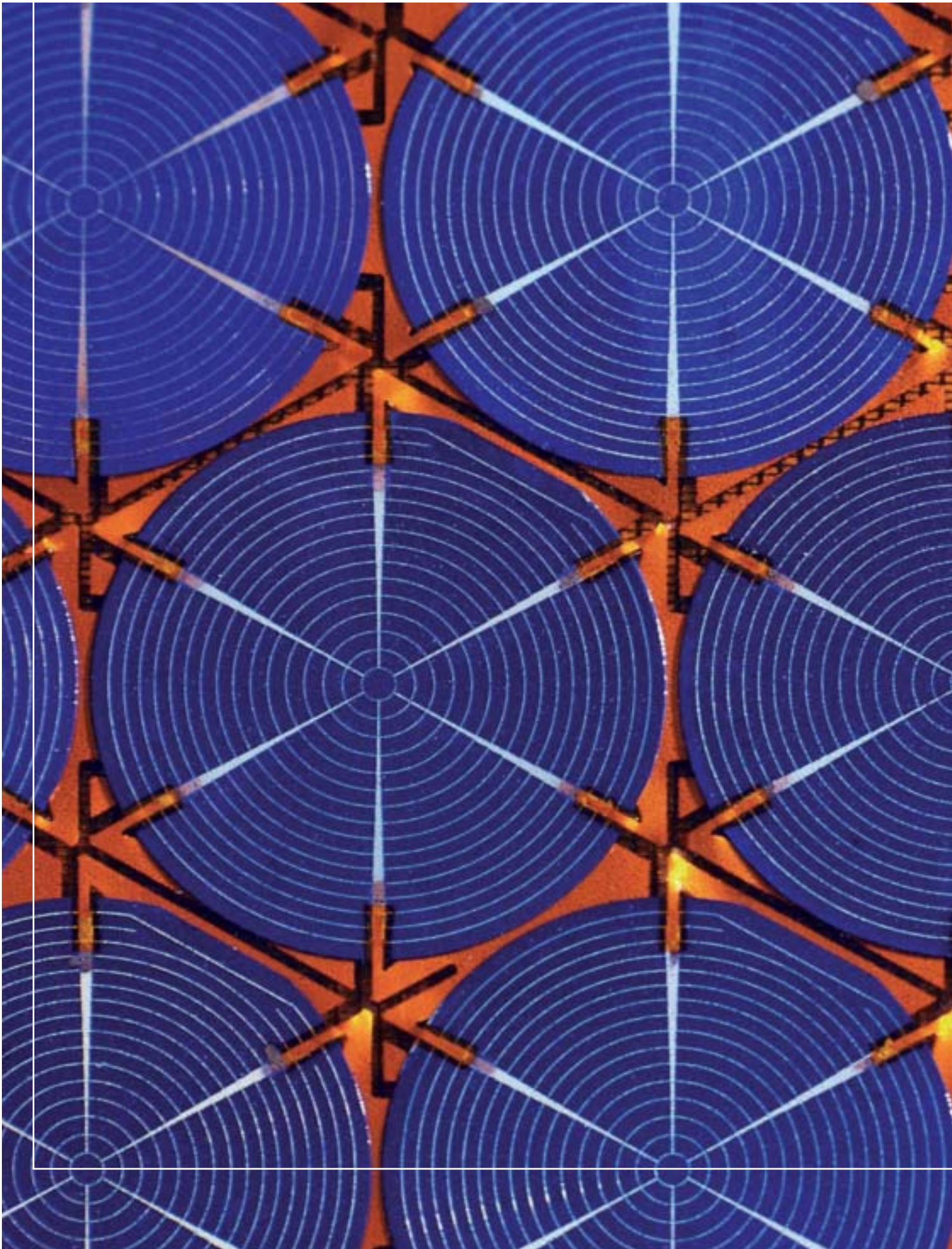


Mesure interactive des distances

G Crantage du zoom

Pour pouvoir retrouver exactement la même position.

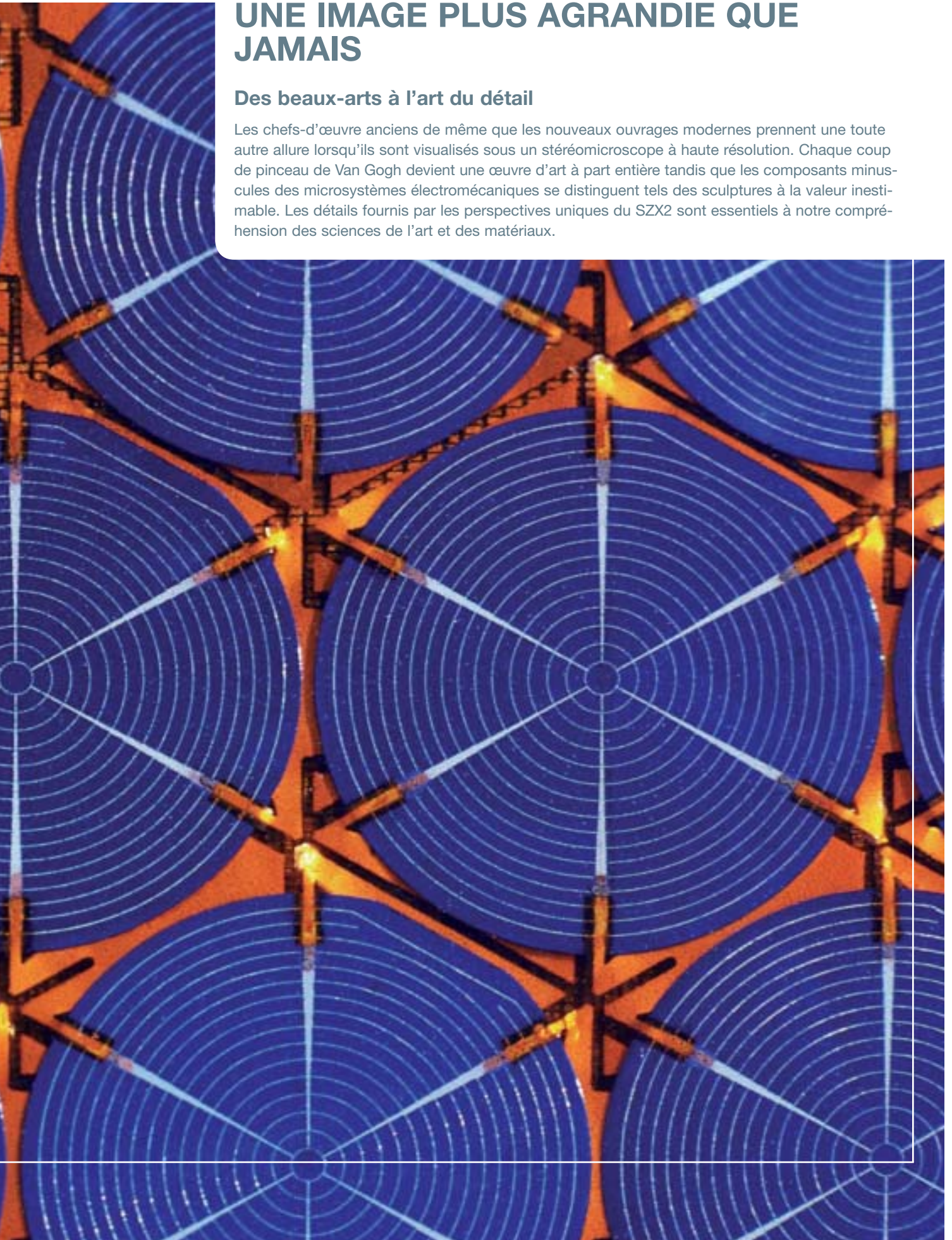




UNE IMAGE PLUS AGRANDIE QUE JAMAIS

Des beaux-arts à l'art du détail

Les chefs-d'œuvre anciens de même que les nouveaux ouvrages modernes prennent une toute autre allure lorsqu'ils sont visualisés sous un stéréomicroscope à haute résolution. Chaque coup de pinceau de Van Gogh devient une œuvre d'art à part entière tandis que les composants minuscules des microsystèmes électromécaniques se distinguent tels des sculptures à la valeur inestimable. Les détails fournis par les perspectives uniques du SZX2 sont essentiels à notre compréhension des sciences de l'art et des matériaux.





Gustave Caillebotte, «Jardin à Trouville».

Au XIX^e siècle, de nouveaux pigments tels que ce violet vif ont élargi la palette des artistes*



Vincent van Gogh, «Le Pont de Langlois» (1888), huile sur toile.

Les détails microscopiques révèlent les coups de pinceau furtifs de l'artiste qui donnent un certain relief à l'œuvre.*



Gustave Caillebotte, «Jardin à Trouville» (env. 1882), huile sur toile.

Les détails microscopiques révèlent l'utilisation du procédé mouillé sur mouillé pour l'application des couleurs*

DANS L'ATELIER DE RESTAURATION

Les musées modernes d'aujourd'hui ne sont pas seulement des lieux d'étalage de précieuses collections; ils font également vivre d'extraordinaires aventures au travers d'expositions et de thématiques temporaires. Par conséquent, les ateliers de restauration associés aux musées doivent préserver et conserver ces «réserves inestimables» ainsi qu'assumer la responsabilité du prêt de ces pièces. Cette tâche implique des vérifications méticuleuses et une consignation de l'état de l'œuvre à l'entrée comme à la sortie.

SZX2: un coup de génie

Les stéréomicroscopes sont indispensables aux activités de l'atelier, étant donné qu'ils servent à examiner les œuvres et à déterminer leur état de préservation. Avec leur vue en 3D, les stéréomicroscopes sont également des outils utiles pour effectuer des réparations, comme par exemple lorsqu'il faut appliquer de la colle afin de refermer une déchirure dans la toile. Outre ces opérations classiques, les restaurateurs d'aujourd'hui mènent également des explorations scientifiques poussées et étudient, par exemple, les matériaux et techniques de peinture.

Secrets inexplorés des maîtres impressionnistes

Plus de cent années se sont écoulées depuis que Van Gogh, Monet, Gauguin et beaucoup d'autres ont peint les œuvres qui ont posé les fondements de l'art moderne. Reflet direct des matériaux et des méthodes de travail qu'ils ont choisis, la stéréomicroscopie est une méthode efficace pour rassembler les témoignages de leurs techniques de peinture impressionnistes. L'analyse microscopique peut également donner une nouvelle perspective sur l'origine et l'histoire des peintures en différenciant les effets de vieillissement naturels et les modifications délibérément apportées par l'artiste.

Étudier les outils de peinture

A Au XIX^e siècle, de nouvelles peintures sont venues enrichir la palette des impressionnistes ainsi que leur répertoire de procédés. De nouveaux pigments ont, par exemple, fait leur apparition, comme le rose franc utilisé par Gustave Caillebotte dans le «Jardin de Trouville» pour donner aux fleurs un charme unique auparavant impossible. Avant, il fallait obligatoirement mélanger du rouge et du bleu. Grâce à l'analyse stéréomicroscopique, il est désormais possible de distinguer les types de pigments. Les chercheurs peuvent donc retracer l'évolution, les modèles de distribution et l'utilisation des peintures par les différents artistes.

Confidences d'un coup de pinceau

B Un examen détaillé par illumination en ligne rend les coups de pinceau clairement visibles et permet d'obtenir une vision plus approfondie des techniques de peinture. Non seulement la forme des traits dévoile des informations sur les pinceaux utilisés, mais elle donne également une idée de la vitesse adoptée par l'artiste pour créer l'effet. Ainsi, nous devenons à même de mieux comprendre la méthode de travail des différents artistes et d'établir une distinction entre les détails spontanés et ceux qui sont le fruit d'une mûre réflexion. Par exemple, les détails du «Pont de Langlois» peint par Van Gogh en 1888 montrent clairement comment l'artiste a créé des structures en relief en donnant de brefs coups de pinceau.

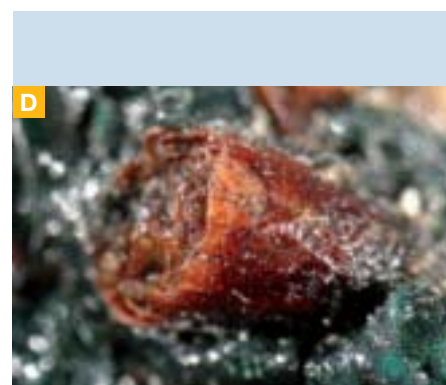
Voir les détails

C Les détails du «Jardin de Trouville» de Caillebotte révèlent encore un autre secret fascinant: l'artiste a, en effet, utilisé le procédé du «mouillé sur mouillé» avec des mouvements de pinceau précis, reconnaissables aux courbes délicates et aux lignes parallèles multicolores.



Où Caillebotte a-t-il peint le «Linge séchant»?

D «Linge séchant» est le nom d'une magnifique peinture réalisée par Gustave Caillebotte. Elle représente des vêtements séchant sous une brise estivale et donne véritablement au spectateur la sensation d'être sur place. Gustave Caillebotte pouvait-il sentir cette brise lorsqu'il peignit cette œuvre en 1892? L'analyse stéréomicroscopique approfondie de chaque centimètre carré de la peinture en a dévoilé une preuve que personne n'avait décelée jusque là: un corps étranger incrusté dans l'œuvre et à peine reconnaissable à l'œil nu. S'agissait-il d'un poil de pinceau, d'une saleté ou de quelque chose d'autre? Vu de plus près, l'objet mystérieux s'est clairement révélé être un bourgeon. Cette découverte nous porterait presque à croire qu'il vient d'un des arbres de la peinture: Caillebotte a-t-il vraiment peint cette œuvre à l'extérieur malgré ses dimensions énormes?



Gustave Caillebotte, «Linge séchant» (env. 1892), huile sur toile.

Vue microscopique d'amplification 40x révélant la présence d'un bourgeon dans la peinture*

AU LABO HIGH-TECH

Les microsystèmes électromécaniques (MEMS) sont partout autour de nous, mais ils sont tellement microscopiques que personne ne les remarque – nous ne faisons que voir, sentir ou entendre les effets de leur présence. Les microsystèmes sont, par exemple, utilisés pour commander nos airbags en percevant les forces d'accélération. Dans les systèmes de projection, des milliers de micromiroirs mobiles dirigent la lumière vers le mur pour nous faire profiter d'un film passionnant.

Microsystèmes dotés de capacités humaines: sentir, penser, agir

Les microsystèmes sont une combinaison d'éléments électroniques et micromécaniques fabriqués grâce aux techniques utilisées en microélectronique. Les microsystèmes électromécaniques réduisent la consommation d'énergie ainsi que le poids et la taille des produits. Ils améliorent aussi les performances des systèmes et diminuent les coûts de fabrication. Contrairement aux microélectroniques, les microsystèmes électromécaniques possèdent une forme tridimensionnelle permettant des structures de moins de cent micromètres. C'est pourquoi les stéréomicroscopes de pointe jouent un rôle croissant dans les laboratoires de recherche et les zones de fabrication qui exigent des résultats rapides afin d'ajuster les paramètres de fabrication. L'Olympus SZX16 et sa vision 3D améliorée peut, par exemple, être utilisé pour étudier des structures de l'échelle centimétrique à l'échelle micrométrique grâce à ses composants optiques avancés. Cet atout fait de lui l'outil idéal pour la création et la fabrication de microsystèmes électromécaniques.

Trois microdoigts

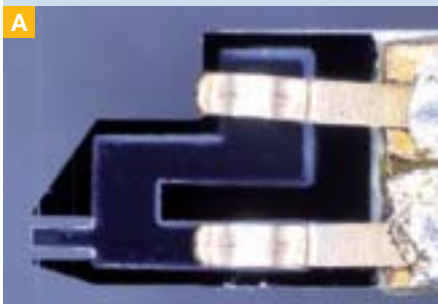
A Pour le montage et la manipulation d'objets microscopiques plats, il est souvent fait appel à des dispositifs de préhension par le vide. Pour saisir des objets cylindriques, il convient d'utiliser des dispositifs à mâchoires. En microfabrication, cependant, la taille des éléments rend cette tâche beaucoup plus complexe. À ce niveau, les forces d'adhérence sont plus fortes que les forces gravitationnelles et il devient donc difficile de relâcher l'objet une fois qu'il a été saisi. Les techniques habituelles utilisées pour contourner ce problème reposent sur des interactions électrostatiques de structures en silicone armées de dents. Une nouvelle technique basée sur les alliages à mémoire de forme (AMF) est la dernière trouvaille en date pour fabriquer des micropréhenseurs par lots. Ceux-ci sont capables de maintenir des fibres d'une épaisseur de seulement quelques dizaines de micromètres dans une certaine position uniquement à l'aide de trois microdoigts.

«Programmer» la mémoire à 600 °C

A L'image à gauche a été prise avec l'objectif SDFPLAPO1X du SZX16 et montre les trois doigts d'un micropréhenseur AMF tenant une fibre de 35 µm. Le doigt du milieu est fait d'un fin composite déposé par pulvérisation magnétron DC et structuré à l'aide de techniques photolithographiques. Le composite est constitué d'un alliage à mémoire de forme (AMF) et d'un substrat d'un coefficient de dilatation thermique différent. Le fonctionnement du micropréhenseur passe par un traitement thermique à 600 °C.

Préhension électrique

La propriété unique d'un préhenseur AMF déposé sur un substrat est sa capacité à relâcher la contrainte créée thermiquement dans le composite. Une fois refroidi, le préhenseur peut être activé par un courant électrique, qui chauffe la couche AMF et ouvre le préhenseur. L'annulation du courant permet à la couche AMF de refroidir et le doigt va alors se refermer. Les microfibrilles, largement utilisées dans les télécommunications, peuvent donc être assemblées avec plus de précision et de vitesse, ce qui permet une communication rentable à haut débit.



Microdoigts



Condensateurs interdigités



Capteurs d'impédance

Sentir les réactions biochimiques

Les épidémies virales telles que le HIV/SIDA sont malheureusement de plus en plus fréquentes parmi la population mondiale. Par conséquent, une définition des virus rapide et peu onéreuse est plus urgente que jamais. C'est pour cette raison que les chercheurs du monde entier travaillent sans relâche à la mise au point de nouveaux appareils peu coûteux à la fabrication, mais efficaces à l'utilisation et fournissant des résultats précis. L'une des approches mises en œuvre intègre des condensateurs interdigités capables de détecter des antigènes, des anticorps, des protéines ou des fragments d'ADN.

Condensateurs interdigités

B D Les condensateurs interdigités possèdent une électrode de détection ainsi qu'une électrode de référence. La partie sensible illustrée sur l'image se compose de trois électrodes dorées séparées de seulement $1,1 \mu\text{m}$. Avec l'Olympus SZX16 et l'illumination sur fond noir, l'espace entre les électrodes devient clairement visible, preuve de la propriété unique du SZX16. Les électrodes de détection sont capables de déceler de petites molécules attachées à elles sur la base des modifications de propriété diélectrique. Ainsi, il est possible de visualiser les interactions entre, par exemple, les protéines de membranes cellulaires et une molécule spécifique. Les électrodes de référence, séparées de $10 \mu\text{m}$, sont nettement plus grandes. Leur ratio surface/volume étant inférieur à celui des électrodes de détection, les électrodes de référence conviennent parfaitement pour surveiller les changements plus importants survenant dans le fluide, comme les changements significatifs de la concentration ionique. Les effets secondaires sur le milieu peuvent donc être éliminés des mesures et les résultats sont plus fiables. L'objectif principal visé avec ces électrodes est de contrôler les paramètres de fabrication afin de minimiser les tolérances et d'augmenter la répétabilité des appareils.

Image E reproduite avec l'aimable autorisation de Stiftung caesar, Bonn, Allemagne.



Condensateurs interdigités



SZX16

Adaptateur caméra/caméra numérique

SZX2-FUV
SZX2-FBV
SZX2-FCPHQ
SZX2-FGFP
SZX2-FGPPA
SZX2-FGFPHQ
SZX2-FYFPHQ
SZX2-FRFP1
SZX2-FRFP2
Jeux de filtres

WHSZ 10X-H
WHSZ 15X-H
WHSZ 20X-H
WHSZ 30X-H
Oculaires

SZX2-TR30
SZX2-TR30PT
Tête d'observation
trinoculaire 30 degrés

SZX2-TTR
SZX2-TTRPT
Tête d'observation
trinoculaire inclinable

U-EXBABG
U-EXBAUB
U-EXBAUG
Balance spectrale
du flux d'excitation

SZX2-LBS
Séparateur de
faisceau lumineux

SZX2-ILD
Illuminateur à DEL

SZX2-ILPS
Dispositif de
commande des DEL

SZX2-RFA16
Illuminateur
en lumière
incidente par
fluorescence

U-LH100HG
Boîtier de la lampe au mercure de 100 W
U-LH100HGAP0
Boîtier de la lampe APO au mercure de 100 W

Unité d'alimentation

SZX2-ILLC16
Illuminateur coaxial
en lumière incidente

KL-BL245/1000-ILLC
Guide-lumière souple à double bras,
Ø actif 4,5 mm, L = 1.000 mm

KL1500-LCD
Source lumineuse,
150 W
KL2500-LCD
Source lumineuse,
250 W

X-Cite120
Système d'illumination
aux halogénures

SZX2-ZB16
Corps du zoom SZX16

SZX2-CCV
Plaque de protection
contre la lumière

SZX2-2RE16
Tourlette porte-
objectifs*

Lame quart
d'onde*

SZX2-AN
Analyseur
rotatif

SZX-PO
Polariseur
simple

SDFPLFL 0.3X
SDFPLAPO 0.5XPF
SDFPLAPO 0.8X
SDFPLAPO 1XPF

SDFPLAPO 1.6XPF

SDFPLAPO 2XPF

VL-RL
Éclairage annulaire DEL

VL-MC 1500
Contrôleur

* Intégrée au SZX2-ILLC16. ** Ne peut se monter sur le SZX2-FO.

Accessoires

E

KL-MAF-SZX
Adaptateur de montage
pour SZX-FO(F)

D

KL-PA-SZX
Adaptateur de colonne
pour statifs SZX

SZX2-ILGA2
Système à DEL à double
bras avec contrôleur

SZ2-SPBW
Plaque de platine
noire/blanche

SP-FL
Plaque de platine
pour fluorescence

SZH-SC
Platine creuse

SZH-SG
Platine inclinée

BH2-SH
Platine mécanique
carrée

SZ2-FO
Module de mise
au point

SZX-CL
Grande plaque
de platine

FILTRE Ø45

U-SRG2
Platine circulaire
tournante

U-SRP
Platine circulaire
tournante

SZH-STAD1
Adaptateur de platine BH

SZX-STAD1
Adaptateur de platine BX, type 1

F

Statifs

SZH-P400
Colonne 400 mm

SZH-P600
Colonne 600 mm

Modules de mise au point

E

SZX2-FOFH
Module de mise
au point fine pour
charges lourdes

D

SZX2-ILLT
Illuminateur mince en
lumière transmise par DEL

F

SZX2-ILLB
Illuminateur lumière
transmise haute capacité

G

U-LS30-5
Douille de lampe
6 V/30 W

U-ACAD4515
Adaptateur AC

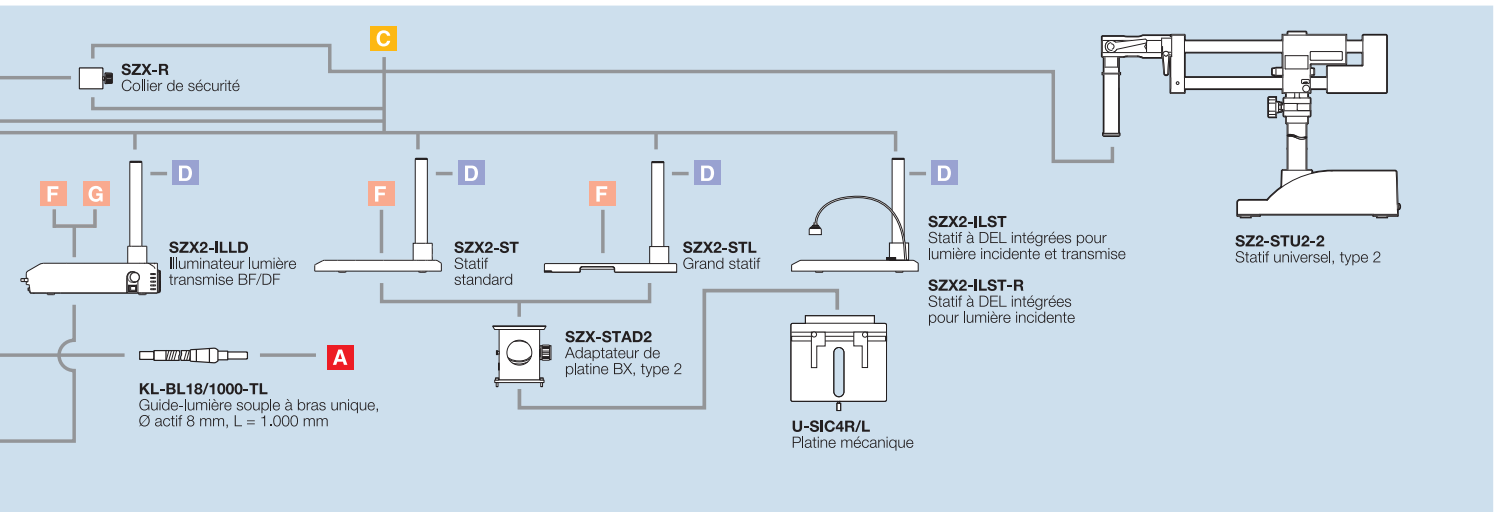
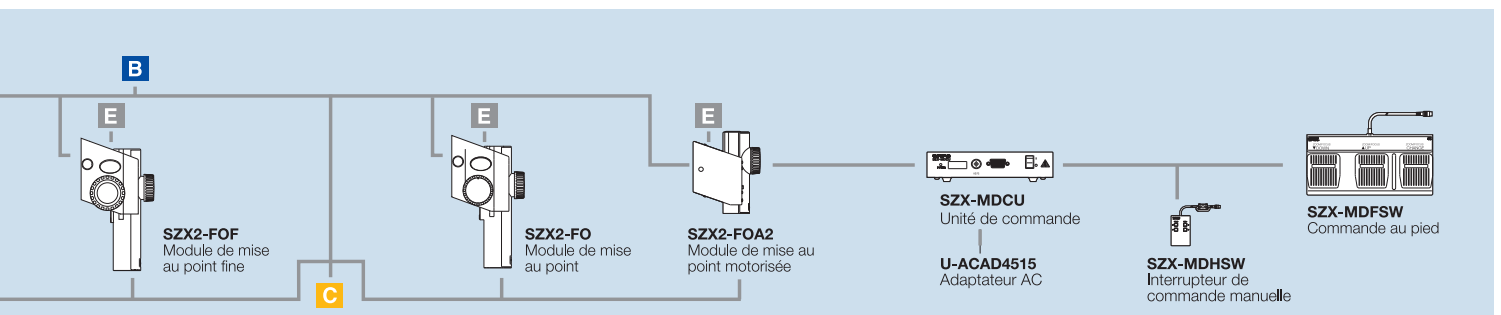
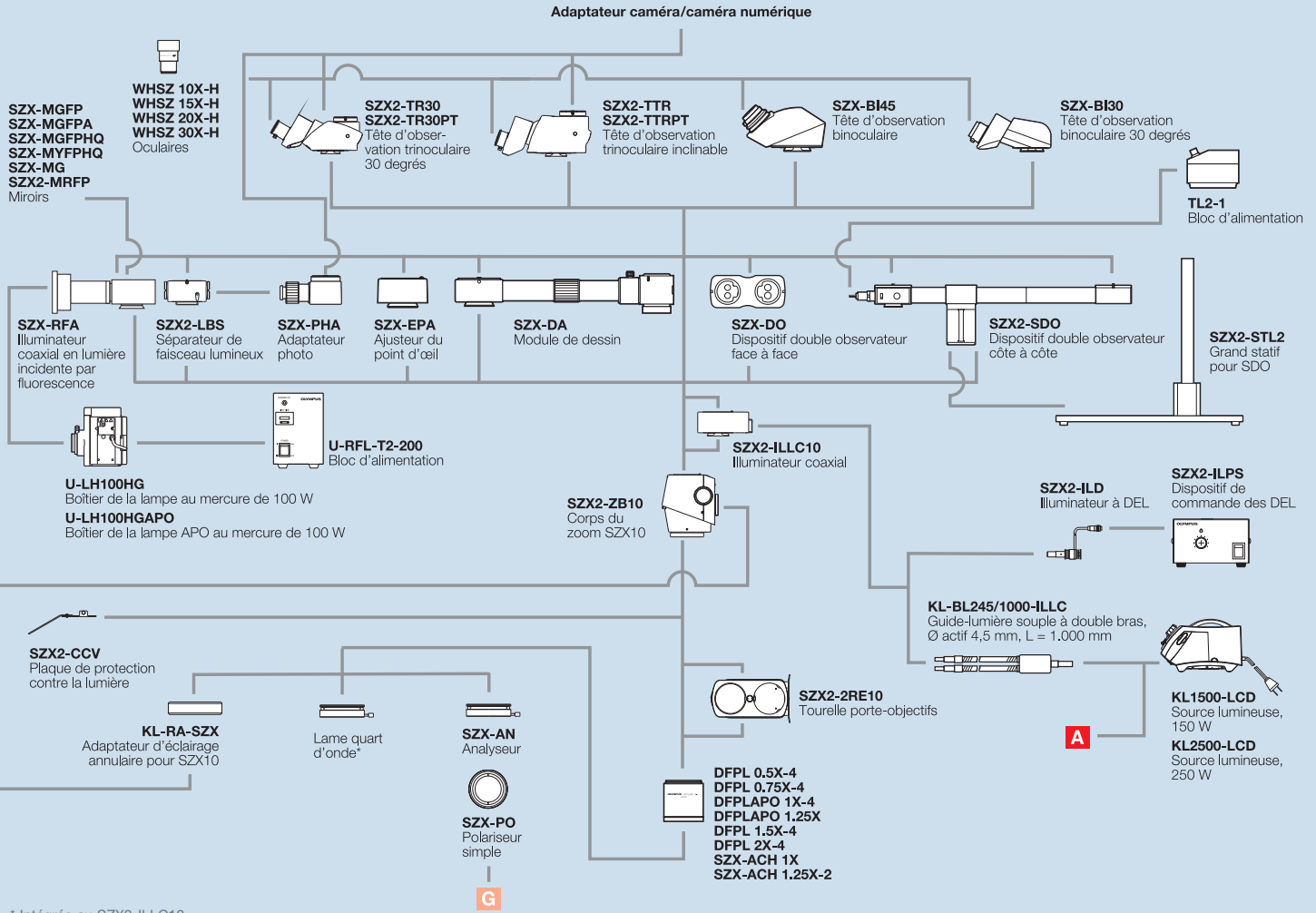
SZX2-ILLK
Illuminateur lumière
transmise

SZX-TLGAD
Adaptateur de guide-
lumière transmise

SZX2-DMP Amortisseur pour illuminateur SZX2

DIAGRAMME DU SYSTÈME

SZX10



Caractéristiques techniques des SZX2

Corps de zoom

	SZX2-ZB16	SZX2-ZB10
Rapport de zoom	16,4	10
Amplitude du zoom	0,7–11,5	0,63–6,3
Positions de crantage	0,7/0,8/1/1,25/1,6/2/2,5/3,2/4/5/6,3/8/10/11,5	0,63/0,8/1/1,25/1,6/2/2,5/3,2/4/5/6,3
Diaphragme d'ouverture	Intégré	Intégré

Modules de mise au point

	SZX2-FOFH	SZX-FOF	SZX-FO	SZX-FOA2
Type	Mise au point rapide/fine	Mise au point rapide/fine	Mise au point rapide	Mise au point rapide/fine motorisée
Débattement	80 mm	80 mm	80 mm	75 mm
Course	36,8 mm/0,77 mm par rotation	36,8 mm/0,77 mm par rotation	21 mm par rotation	1,5 mm/0,3 mm par seconde, résolution 1 µm
Charge admissible	10 à 25 kg (contrepois intégré)	5 à 20 kg (contrepois intégré)	Poids max.: 10 kg	0 à 18,0 kg (contrepois intégré)

Têtes d'observation

	SZX2-TR30	SZX2-TR30PT	SZX2-TTR	SZX2-TTRPT
Type	Tête d'observation trinoculaire	Tête d'observation trinoculaire	Tête d'observation trinoculaire inclinable	Tête d'observation trinoculaire inclinable
Angle d'inclinaison	30°	30°	5° à 45°	5° à 45°
Sélection de trajectoire optique, position 1	100% observation	100% observation	100% observation	100% observation
Sélection de trajectoire optique, position 2	50/50% observation/caméra	0/100% observation/caméra	50/50% observation	0/100% observation/caméra
Réglage de la distance inter-pupillaire	52–76 mm	52–76 mm	52–76 mm	52–76 mm
Oculaires	Série ComfortView WHSZ	Série ComfortView WHSZ	Série ComfortView WHSZ	Série ComfortView WHSZ

Statifs

	SZX2-ST	SZX2-STL	SZX2-ILST	SZX2-ILST-R
Type	Statif à lumière incidente	Grand statif à lumière incidente	Lumière blanche transmise/incidente	Lumière blanche incidente
Dimensions de la base	284 (l) x 335 (p) x 31 (h) mm	400 (l) x 350 (p) x 28 (h) mm	284 (l) x 335 (p) x 31 (h) mm	284 (l) x 335 (p) x 31 (h) mm
Hauteur de la colonne	270 mm	270 mm	270 mm	270 mm

Bases à lumière transmise

	SZX2-ILLT	SZX2-ILLB	SZX2-ILLK	SZX2-ILLD
Type	Base à illumination universelle pour lumière transmise	Base à illumination oblique pour lumière transmise	Base à illumination sur fond clair pour lumière transmise	Base à illumination sur fond noir pour lumière transmise
Illuminateur	DEL à lumière blanche	Halogène 6 V, 30 W	Halogène 6 V, 30 W	Halogène 6 V, 30 W
Méthodes de contraste	Illumination sur fond clair, sur fond clair amélioré, sur fond noir et en oblique (tourelle à quatre positions)	Illumination sur fond clair et en oblique	Illumination sur fond clair et en oblique (par miroir inclinable)	Sur fond clair et sur fond noir
Zone illuminée	Fond clair: Ø 63 mm, fond noir/oblique: Ø 35 mm	Ø 40 mm	Ø 40 mm	Fond clair: Ø 40 mm, fond noir: Ø 35 mm
Hauteur de la base	41 mm	80 mm	80 mm	80 mm
Hauteur de la colonne	270 mm	270 mm	270 mm	270 mm

Illuminateurs à fluorescence

	SZX2-RFA16	SZX2-RFA
Type	Illuminateur à fluorescence quasi vertical avec module de mise au point	Illuminateur à fluorescence coaxial
Positions du filtre de fluorescence	Cinq jeux de glissières à filtres d'excitation/émission sont possibles (tourelle)	Trois cubes porte-filtre de fluorescence sont possibles (glissière)
Balance spectrale du flux d'excitation	Fente pour une balance spectrale	-
Type de moteur de mise au point	Mise au point rapide/fine	-
Débattement/course	Débattement de 69 mm, course par rotation 36,8 mm (rapide), 0,77 mm (fine)	-
Charge admissible	2,7–15,0 kg	-

Objectifs du SZX10

	Ouverture numérique	Résolution max. (p/mm)	Résolution max. (µm)	Distance frontale (mm)	Distance parfocale (mm)
DFPL0.5X-4	0,05	149	6,71	171	216
DFPL0.75X-4	0,075	224	4,47	116	164
DFPLAPO1X-4	0,1	298	3,36	81	137
SZX-ACH1X	0,1	298	3,36	90	119
DFPLAPO1.25X	0,125	373	2,68	60	123
SZX-ACH1.25X-2	0,125	373	2,68	68	110
DFPL1.5X-4	0,15	447	2,24	45,5	109,5
DFPL2X-4	0,2	596	1,68	33,5	123

Observation par oculaire

WHSZ 10X-H (Numéro de champ 22)		
	Amplification totale	Diamètre du champ (mm)
DFPL0.5X-4	3,2x31,5x	Ø 69,8-Ø 7,0
DFPL0.75X-4	4,7x-47,3x	Ø 46,6-Ø 4,7
DFPLAPO1X-4	6,3x-63x	Ø 34,9-Ø 3,5
SZX-ACH1X	6,3x-63x	Ø 34,9-Ø 3,5
DFPLAPO1.25X	7,9x-78,9x	Ø 27,9-Ø 2,8
SZX-ACH1.25X-2	7,9x-78,9x	Ø 27,9-Ø 2,8
DFPL1.5X-4	9,5x-94,5x	Ø 23,3-Ø 2,3
DFPL2X-4	12,6x-126x	Ø 17,5-Ø 1,7

Observation par caméra

	1/2 pouce (U-TV0,5xC) (taille de puce 4,8 x 6,4 mm*)	2/3 pouce (U-TV0,63xC) (taille de puce 8,8 x 6,6 mm*)	2/3 pouce (U-TV1x) (taille de puce 8,8 x 6,6 mm*)
	Taille du champ (mm)	Taille du champ (mm)	Taille du champ (mm)
DFPL0.5X-4	40,6 x 30,5-4,1 x 3,0	44,3 x 33,3-4,4 x 3,3	27,9 x 21,0-2,8 x 2,1
DFPL0.75X-4	27,1 x 20,3-2,7 x 2,0	29,6 x 22,2-3,0 x 2,2	18,6 x 14,0-1,9 x 1,4
DFPLAPO1X-4	20,3 x 15,2-2,0 x 1,5	22,2 x 16,6-2,2 x 1,7	14,0 x 10,5-1,4 x 1,0
SZX-ACH1X	20,3 x 15,2-2,0 x 1,5	22,2 x 16,6-2,2 x 1,7	14,0 x 10,5-1,4 x 1,0
DFPLAPO1.25X	16,3 x 12,2-1,6 x 1,2	17,7 x 13,3-1,8 x 1,3	11,2 x 8,4-1,1 x 0,8
SZX-ACH1.25X-2	16,3 x 12,2-1,6 x 1,2	17,7 x 13,3-1,8 x 1,3	11,2 x 8,4-1,1 x 0,8
DFPL1.5X-4	13,5 x 10,2-1,4 x 1,0	14,8 x 11,1-1,5 x 1,1	9,3 x 7,0-0,9 x 0,7
DFPL2X-4	10,2 x 7,6-1,0 x 0,8	11,1 x 8,3-1,1 x 0,8	7,0 x 5,2-0,7 x 0,5

Objectifs du SZX16

	Ouverture numérique	Résolution max. (p/mm)	Résolution max. (µm)	Distance frontale (mm)	Distance parfocale (mm)
SDFPLFL0.3X	0,045	135	7,41	141	210
SDFPLAPO0.5XPF	0,075	225	4,44	70,5	135
SDFPLAPO0.8X	0,12	360	2,78	81	140
SDFPLAPO1XPF	0,15	450	2,22	60	135
SDFPLAPO1.6XPF	0,24	720	1,39	30	135
SDFPLAPO2XPFC	0,3	900	1,11	20	135

Observation par oculaire

WHSZ 10X-H (Numéro de champ 22)		
	Amplification totale	Diamètre du champ (mm)
SDFPLFL0.3X	2,1x-34,5x	Ø 104,8-Ø 6,4
SDFPLAPO0.5XPF	3,5x-57,5x	Ø 62,9-Ø 3,8
SDFPLAPO0.8X	5,6x-92x	Ø 39,3-Ø 2,4
SDFPLAPO1XPF	7x-115x	Ø 31,4-Ø 1,9
SDFPLAPO1.6XPF	11,2x-184x	Ø 19,6-Ø 1,2**
SDFPLAPO2XPFC	14x-230x	Ø 15,7-Ø 1**

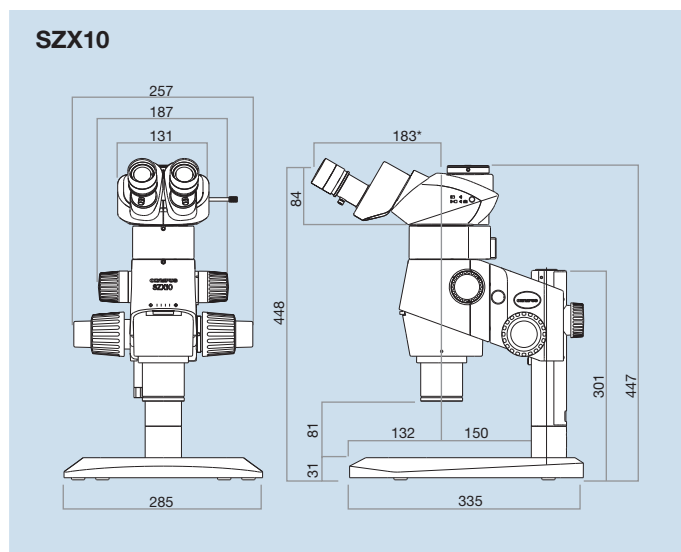
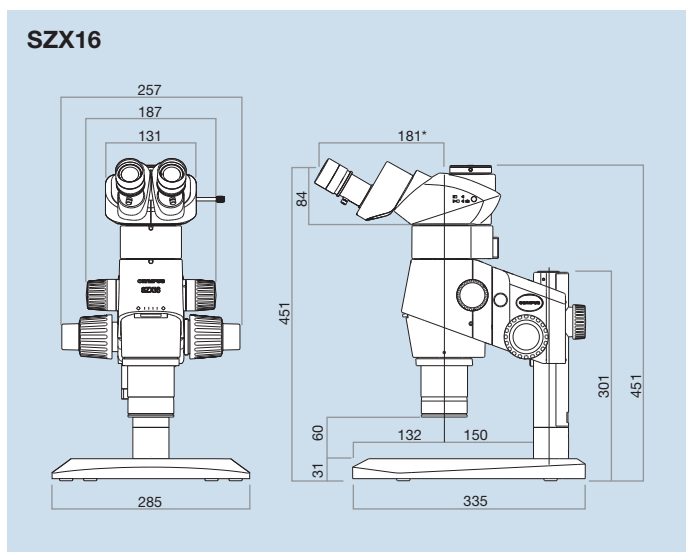
Observation par caméra

	1/2 pouce (U-TV0,5xC) (taille de puce 4,8 x 6,4 mm*)	2/3 pouce (U-TV0,63xC) (taille de puce 8,8 x 6,6 mm*)	2/3 pouce (U-TV1x) (taille de puce 8,8 x 6,6 mm*)
	Taille du champ (mm)	Taille du champ (mm)	Taille du champ (mm)
SDFPLFL0.3X	61,0 x 45,7-3,7 x 2,8	66,5 x 49,9-4,1 x 3,0	41,8 x 31,4-2,6 x 1,9
SDFPLAPO0.5XPF	36,6 x 27,4-2,2 x 1,7	39,9 x 30,0-2,4 x 1,8	25,1 x 18,9-1,5 x 1,1
SDFPLAPO0.8X	22,9 x 17,1-1,4 x 1,0	25,0 x 18,7-1,5 x 1,1	15,8 x 11,8-0,9 x 0,7
SDFPLAPO1XPF	18,3 x 13,7-1,1 x 0,8	19,9 x 15,0-1,2 x 0,9	12,5 x 9,4-0,7 x 0,5
SDFPLAPO1.6XPF	11,4 x 8,6-0,7 x 0,5	12,4 x 9,3-0,8 x 0,6	7,8 x 5,9-0,5 x 0,3
SDFPLAPO2XPFC	9,1 x 6,9-0,6 x 0,4	10,0 x 7,5-0,6 x 0,5	6,3 x 4,7-0,4 x 0,3

*La taille de puce réelle peut varier selon le fabricant

**Le phénomène de vignettage est possible à de faibles amplifications

Dimensions des SZX2



Unité de dimension: mm. * Cette dimension peut varier selon la distance interpupillaire.

Le fabricant se réserve le droit d'apporter des modifications techniques aux produits sans avis préalable.

www.olympus-europa.com

OLYMPUS

ryf ag



Ryf AG
 Bettlachstrasse 2
 2540 Grenchen
 tel 032 654 21 00
 fax 032 654 21 09
www.ryfag.ch