

N o v .  
2 0 0 8  
Num. 02

LETTRE D'INFORMATION SCIENCE DES MATÉRIAUX & TECHNOLOGIE

# reSOLUTION

## Garder la mémoire

Aperçu de la restauration de photographies historiques

## Précision combinée pour des mesures de surface sans contact

Le premier microscope double cœur associant technologie  
confocale et interférométrie

## Travaux de recherche sur la structure optimale

Les champs magnétiques permettent d'optimiser  
les alliages métalliques



Chers lecteurs,

Pour le mot-clé nanotechnology, Google affiche bien plus de 15 millions d'entrées et non moins de deux millions pour le mot français. Alors qu'au début du XXI<sup>e</sup> siècle on parlait encore de technologies d'avenir, les nanomatériaux ont depuis longtemps pris place dans notre quotidien: verres à lunettes anti-salissures, pare-brise et textiles, peintures anti-rayures, catalyseurs efficaces, cellules photovoltaïques transparentes, puces de portable rapides ou diodes électroluminescentes pour les feux de circulation ne sont que quelques exemples d'intégration de « nano ». Pourtant, nous venons à peine de commencer à comprendre et à maîtriser les phénomènes et les lois du nanomonde, de même que les structures et processus fondamentaux qui se déroulent dans la matière au niveau atomique et moléculaire.

Afin de continuer à exploiter le potentiel immense qui nous est offert pour créer des produits nanotechnologiques de nouvel ordre, de nouveaux outils pouvant mesurer et traiter les structures de l'ordre de grandeur de l'atome jusqu'à 100 nanomètres sont nécessaires. Le microscope de mesure DCM 3D, nouvellement mis au point, combine pour la première fois la technologie confocale et la technologie de l'interférométrie. Il est capable de mesurer des géométries de surface allant jusqu'à 0,1 nanomètre, précisément et sans contact. Même quand il s'agit de préparation d'échantillons pour des analyses de nanostructures et microstructures, Leica Microsystems propose des instruments novateurs comme le Leica EM TXP et le Leica EM TIC020.

Cette édition de reSOLUTION n'est cependant pas uniquement consacrée à l'avenir. N'avez-vous pas déjà eu en main des photos de vos grands-parents ou arrière-grands-parents, des photos qui s'estompent progressivement et qui seront probablement perdues pour les générations futures ? Afin de pouvoir conserver de tels souvenirs, des experts de Fratelli Alinari utilisent les techniques les plus modernes, notamment la stéréomicroscopie, avec ses possibilités d'imagerie et de documentation.

Nous espérons que ce reSOLUTION vous plaira et serions ravis de connaître votre avis à ce sujet. Pour savoir comment procéder et comment nous vous remercions pour cela, reportez-vous à la page 16.

Bonne lecture !

Anja Schué  
Corporate Communications

Danilo Parlatano  
European Marketing Manager Industry

## HÉRITAGE CULTUREL

**Garder la mémoire** 03  
Aperçu de la restauration de photographies historiques

## TECHNOLOGIE

**Précision combinée pour des mesures de surface sans contact** 06  
Le premier microscope double cœur associant technologie confocale et interférométrie

## RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

**Travaux de recherche sur la structure optimale** 10  
Les champs magnétiques permettent d'optimiser les alliages métalliques

## THÉORIE & PRATIQUE

**Prenez garde à la « pixelmania »** 13

## NOUVEAUX PRODUITS

**Pour un défi différent chaque jour** 15  
Nouveaux stéréomicroscopes pour travaux de routine

**Laisser la main au système** 17  
Système « tout-en-un » de préparation de surface-cible

**Leica DM750 P** 19  
Pour les experts de demain

**NOUS VOULONS CONNAÎTRE VOTRE AVIS !** 16

**ÉVÈNEMENTS** 19

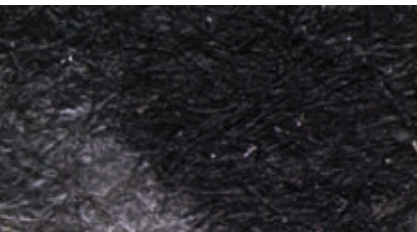
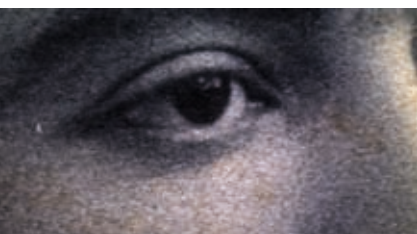
**MENTIONS LÉGALES** 19





L'offre de coopération et de formation continue de restaurateurs, mise sur pied dans le but de conserver notre patrimoine culturel, est unique pour les entreprises, universités et institutions. En effet, la détérioration des photographies est un processus inhérent au système qui repose sur une altération chimique et physique progressive des substances sensibles à la lumière. Bon nombre de restaurateurs et conservateurs tentent de ralentir ce processus en optimisant le microenvironnement (vitrines et armoires d'exposition spéciales) et le macroenvironnement (réglage de l'hygrométrie, de l'éclairage, de la qualité de l'air et de la température dans les salles d'archives).

Les fonctions d'imagerie numériques du microscope sont également très utiles pour nos cours : nous pouvons ainsi projeter la vue microscopique directement sur un écran plat, naviguer au sein de l'image et générer des vues 3D de la détérioration. À l'aide de différents programmes de mesure et d'analyse, les photographies peuvent être annotées. À partir de séquences vidéo, on peut reconnaître comment certaines substances chimiques réagissent avec le papier ou d'autres surfaces photographiques. Le module multifocus permet de produire des photographies de qualité supérieure qui nous donnent plus d'informations sur l'objet. Alinari prévoit pour l'avenir divers nouveaux projets de recherche orientés vers les exigences particulières du laboratoire de restauration reposant sur la technologie microscopique.



### Compétence au service des experts

Alinari met ses collections ainsi que le laboratoire de microscopie à la disposition de chercheurs externes et d'entreprises pour la réalisation de projets et l'échange d'expériences. Par ailleurs, des institutions publiques telles que l'association italienne des archivistes (ANAI) et le ministère de la culture italien utilisent également nos services pour des authentifications, des formations et des publications.



### Stéréomicroscopie au laboratoire Alinari

- Détermination de la technique photographique (daguerréotypie, albumine, etc.)
- Diagnostic de l'état de conservation : via un compte-rendu, le restaurateur reconnaît, analyse et recense tous les processus de détérioration physiques et chimiques possibles tels que rayures, frottements, déchirures, décoloration ou formation de moisissure.
- Suivi des différentes étapes de restauration
- Contrôle de l'état de conservation
- Analyse du matériel support d'origine (verre, papier, daguerréotype, calotype, etc.)
- Formation pour experts, catalogueurs internes ou externes et directeurs de musée
- Compte-rendu des processus de détérioration biologiques, physiques et chimiques des photographies et des matériaux supports
- Mise en place d'une structure de données adaptée aux grandes collections
- Création d'une base de données pour des projets de recherche futurs (« Ground Truth »)
- Saisie de données pour manuels, tableaux de référence, diagrammes, etc.

### Coordonnées

Sam Habibi Minelli, directeur du Research Applications Center, Alinari : [sam.minelli@alinari.it](mailto:sam.minelli@alinari.it)

Fig. 2 : utilisation du microscope au laboratoire de restauration

### Les clients d'Alinari ont la parole

**Hans Petschar, directeur des archives iconographiques de la Bibliothèque nationale autrichienne :** « Il est bluffant de voir comment le travail du restaurateur est optimisé grâce à cette technologie : on peut analyser, consigner, dresser un compte-rendu et réduire les efforts, tout en améliorant la qualité des résultats. »

**Roger Bruce, directeur d'Interpretation, Museum of Photography au George Eastman House, Rochester, New York, États-Unis :** « Les conservateurs doivent pouvoir se fier à la précision et à la justesse de leurs systèmes et outils. La technologie de Leica Microsystems est connue dans le monde entier pour son excellente qualité d'image et sa perfection optique, constituant ainsi la base d'analyses professionnelles précises et tangibles. »

**Geneviève Aitken, chargée d'études documentaires et des nouvelles technologies d'information du Centre de recherche et de restauration des Musées du Louvre, Paris, France :** « La technologie de Leica Microsystems nous aide énormément et nous ouvre de nouvelles possibilités afin de restaurer et de conserver les anciens documents et photographies. »

**Frank Grossmann, président-directeur général de Colour-Science AG, Bäretswil, Suisse :** « Grâce à un équipement ultramoderne, le Leica M205 C livre une qualité d'image supérieure pour la recherche et le diagnostic. »



### Manifestations/Formations Alinari avec le soutien de Leica Microsystems

Novembre 2008 – Mars 2009: Corso di Conservazione e Restauro della Fotografia Fratelli Alinari. Fondazione per la Storia della Fotografia – Opificio delle Pietre Dure, Florence, Italie

Novembre 2009: Salon de la restauration « Fiera del Restauro », Florence, Italie

Le premier microscope double cœur associant technologie confocale et interférométrie

# Une précision combinée pour des mesures de surface sans contact

Dr. Roger Artigas, Sensofar-Tech S.L.

Ces dernières années, le marché de la métrologie de surface sans contact a été dominé par une concurrence féroce entre les interféromètres et les profilomètres optiques basés sur la technologie confocale. Ils permettent en effet tous deux de mesurer de manière précise et fiable des topographies de surface dans des gammes de mesure allant du nanomètre à plusieurs millimètres. Aujourd'hui, Leica Microsystems et Sensofar ont développé une nouvelle solution globale qui surpasse tous les systèmes existants par sa technologie novatrice. Le DCM 3D est le premier microscope de mesure 3D double cœur qui combine la technique confocale avec l'interférométrie. Solution globale robuste et compacte, le DCM 3D évalue la micro- et la nano-géométrie des surfaces de façon optimale, ultrarapide et sans contact. Ses applications sont multiples, des laboratoires R&D et de contrôle qualité aux systèmes automatisés de commande de processus en ligne nécessitant des vitesses rapides et une résolution allant jusqu'à 0,1 nanomètre.

## Une combinaison unique

Le microscope de mesure 3D double cœur, DCM 3D, offre une combinaison unique alliant, en un seul instrument, la microscopie confocale et l'interférométrie. La technologie de base repose sur un système de micro-affichage remplaçant le diaphragme de champ. Le micro-affichage permet d'obtenir des images confocales, interférométriques ou fond clair. Le concept dépourvu de pièce mécanique mobile, le micro-affichage confocal (MD), deux sources lumineuses et deux caméras garantissent de réaliser des mesures 3D très précises avec une profondeur de champ illimitée.

La technologie MD confocale permet de mesurer aussi bien les surfaces lisses que rugueuses, avec des différences de hauteur allant de 1 nanomètre à plusieurs millimètres et des pentes locales atteignant 70°. Contrairement aux systèmes à balayage laser ou à disque rotatif, la technologie confocale MD ne renferme aucun composant mécanique mobile, ce qui accroît le rendement lumineux et la stabilité d'image en cas de fort grossissement, tout en améliorant la fiabilité et la flexibilité. Associée à une source lumineuse LED, la technologie MD allonge la durée de vie de l'appareil, réduit les coûts de maintenance et permet de faire l'économie de coûteuses pièces de rechange.

Les mesures de surface sont effectuées en quelques secondes. Le système est en outre très simple d'utilisation : il suffit de placer l'échantillon sous le microscope, de faire la mise au point et d'appuyer sur une touche. En quelques secondes (habituelle-



Fig. 1 : le DCM 3D

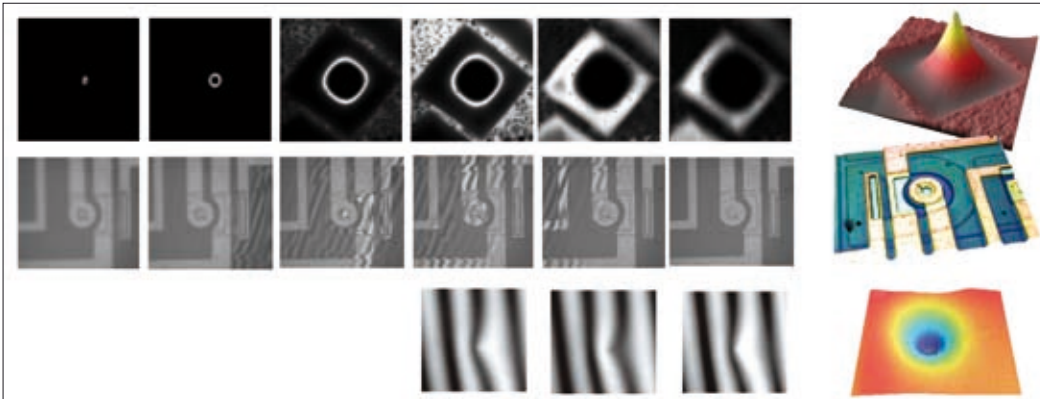


Fig. 2 : profilométrie confocale par PSI et VSI

ment moins de 5 sec.), apparaît alors une image 3D de la surface, qui peut tout à fait être comparée à celles obtenues à l'aide d'un microscope électronique à balayage mais qui requiert uniquement une fraction de temps.

### Profilométrie 3D et profondeur de champ illimitée

A titre d'exemple, le pouvoir d'adhérence d'une peinture sur une surface en acier a été analysée. Après ponçage, l'acier était trop lisse pour assurer une bonne adhérence d'un mélange à base de peinture-émail. Afin d'accroître l'adhésivité, l'acier a été traité à l'acide, formant ainsi des microstructures/micro-cavités. Cela permet à la peinture de pénétrer plus profondément dans la surface, ce qui augmente la surface de contact effective et conduit à une meilleure adhérence au niveau des couches supérieures. Par conséquent, la peinture est parfaitement fixée. Toutefois, lorsque les microstructures sont trop profondes, la surface de la peinture a tendance à suivre la forme des cavités de la surface. Par contre, si les microstructures ne sont pas assez profondes, la peinture n'adhère pas.

Avec le DCM 3D, il est désormais possible de déterminer les paramètres de qualité appropriés pour la surface, afin de décider si le traitement de surface est suffisant ou non. En plaçant l'échantillon sous le microscope, on obtient un bon aperçu de la profondeur des micro-cavités. L'image confocale en temps réel permet de faire une mise au point sur la surface, ainsi que dans les cavités dont on peut déterminer directement la profondeur. Après un clic sur le bouton « Acquérir » pour avoir une vue en 3D, le balayage confocal s'effectue si rapidement qu'il est difficile de savoir ce qui se passe. Une représentation en fausses couleurs des hauteurs mesurées apparaît à l'écran, fournissant une image claire des micro-cavités de l'échantillon. Les figures 3 et 4 montrent le résultat d'une telle mesure.

Le logiciel 3D intégré SensoMAP est utilisé pour l'analyse quantitative des micro-cavités. Les zones

des structures supérieures et les zones des cavités sont automatiquement segmentées par le logiciel. La répartition du volume des zones segmentées (figure 5) est un indicateur approprié pour la présente application. Un autre paramètre utile est Sdr (paramètre hybride, ISO 25178). Ce paramètre représente le rapport entre la surface formée dans l'espace et la projection verticale de cette surface. Ainsi, une surface plane présente un rapport de 1:1, tandis qu'une surface pourvue de cavités accentue la surface dans l'espace et accroît également ce rapport. Le cas servant d'exemple a permis d'atteindre une valeur optimale de 1:1,33, soit une augmentation de la surface effective de 33 %.

### Meilleure que toute autre technologie de profilage

Un autre avantage unique du DCM 3D repose sur les deux caméras CCD intégrées : une caméra couleur pour les analyses en fond clair et une caméra monochrome haut de gamme pour les mesures. Pendant la réalisation de la mesure 3D, une image confocale haute résolution et à fort contraste, ainsi qu'une image couleur totalement au point, sont saisies simultanément. Le logiciel permet de réaliser une représentation 3D de la surface selon différents modes couleurs, comme par exemple la représentation en fausses couleurs des niveaux de hauteur, la création d'une Z-stack en mode confocal, l'image couleur multifocus et la luminance confocale haute résolution avec le signal de chrominance de la caméra couleur. L'un des principaux avantages de la technologie confocale appliquée à la profilométrie 3D repose sur la flexibilité à utiliser des objectifs de microscope prévus à l'origine pour la microscopie

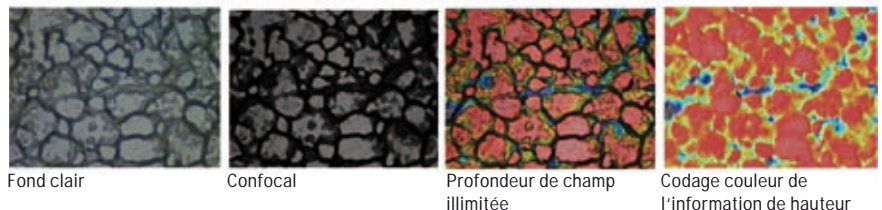


Fig. 3 : modes de fonctionnement du microscope

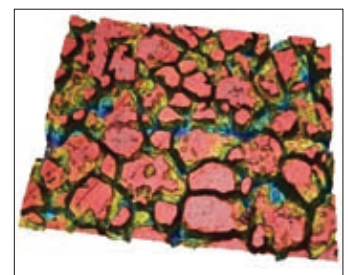
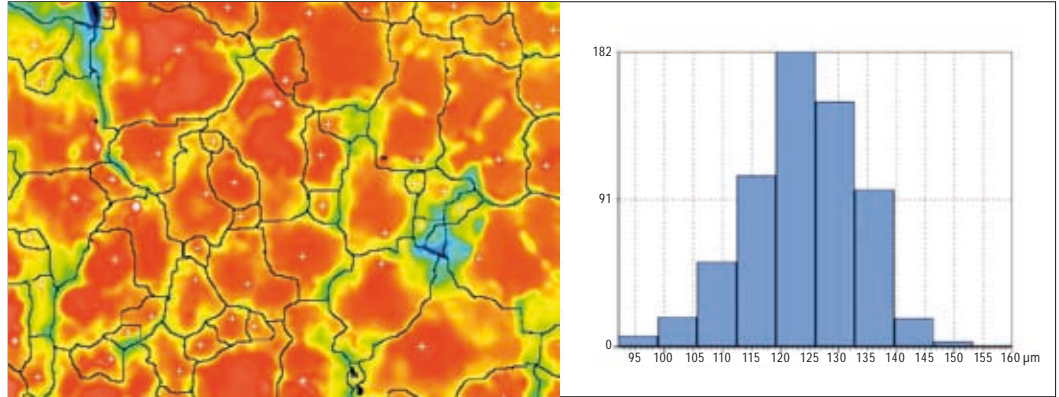


Fig. 4 : vue tridimensionnelle de la surface examinée

Fig. 5 : segmentation des micro-cavités (gauche). Répartition du volume des micro-fragmentations (droite)



en fond clair. Souvent, ces objectifs sont déjà disponibles pour l'application souhaitée, comme par exemple des objectifs à grande distance de travail pour des échantillons dont l'encombrement pourrait heurter les objectifs traditionnels, ainsi que des objectifs avec une bague de correction, conçus pour une mise au point à travers des lamelles, des objectifs pour examen LCD ou des objectifs à immersion. Toutefois, la profondeur de champ et, par conséquent, la résolution en Z sont alors limitées par l'ouverture numérique de l'objectif. Les objectifs à faible grossissement ont une ouverture numérique inférieure et les mesures confocales 3D traditionnelles ont tendance à générer plus de bruit. Grâce à sa combinaison unique alliant technologie confocale et interférométrie, le DCM 3D offre la plus large gamme possible de hauteurs mesurées.

Contrairement à la technologie confocale, dans le cas de l'interférométrie à décalage de phase (PSI) et de l'interférométrie à balayage vertical (VSI), la résolution atteinte en Z ne dépend pas de l'ouverture numérique de l'objectif, mais des propriétés de la source lumineuse. Bien que la résolution en Z obtenue en mode PSI atteigne 0,1 nanomètre, les lois optiques limitent la hauteur maximale mesurable à 250 nanomètres. Grâce à l'association de la technique confocale et de l'interférométrie, il est toutefois possible de réaliser des mesures allant de 0,1 nanomètre à plusieurs millimètres. La figure 8 montre la mesure d'un étalon de hauteur de pas de 10 nanomètres en utilisant la technique PSI. Cette haute résolution ne peut pas être atteinte avec la technique confocale conventionnelle.

### Objectifs interférométriques Leica et logiciel d'analyse hautement performant

Sur le Leica DCM 3D, on peut utiliser toute la gamme des objectifs interférométriques Leica (5x, 10x, 20x et 50x) aussi bien en technique PSI que VSI. Un système unique de « Tip/Tilt » est intégré dans chaque objectif. Il permet d'aligner rapidement et facilement la surface de l'échantillon avec l'axe optique et d'obtenir des franges d'interférence présentant

un contraste optimal. En outre, chaque objectif dispose d'une mollette de réglage à quatre positions permettant de modifier la quantité de lumière envoyée à l'échantillon. Il est par conséquent possible d'analyser des échantillons présentant des réflectivités très variables et d'accroître ainsi la flexibilité du système dans son ensemble.

Le DCM 3D est piloté par le logiciel SensoSCAN, pour la réalisation des mesures 2D/3D. Le système est en outre compatible avec SensoMAP, l'une des solutions logicielles 3D les plus avancées pour l'analyse des surfaces microscopiques. Pour les analyses 2D automatiques, le DCM 3D peut également être équipé des modules d'analyse d'image Leica, Leica Application Suite, Leica QWin et Leica Material Workstation.

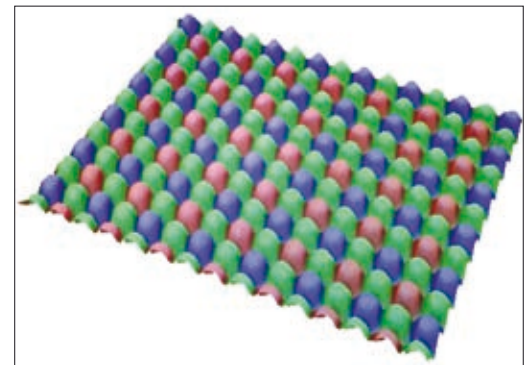


Fig. 6 : vue 3D d'un filtre Bayer sur la matrice de microlentilles d'un CCD

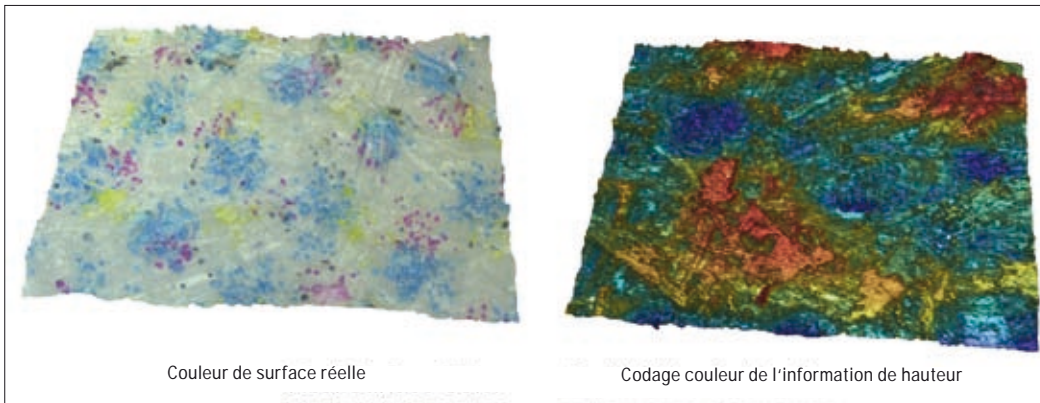


Fig. 7 : Papier après impression par jet d'encre. Gauche : représentation 3D en fond clair. Droite : même vue 3D avec représentation en fausses couleurs des hauteurs

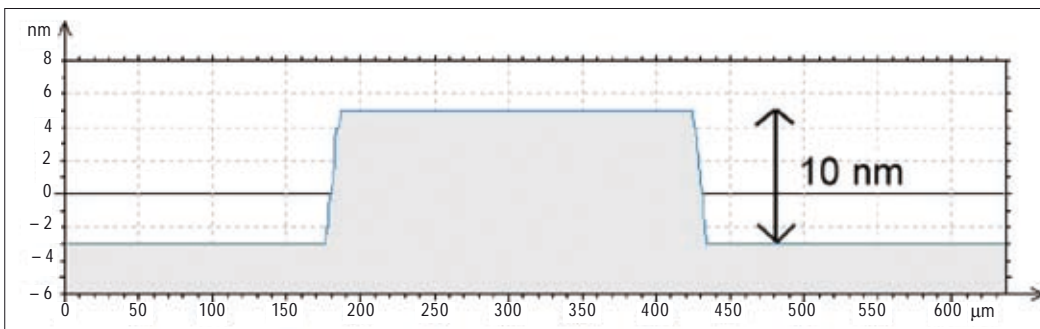


Fig. 8 : étalon de hauteur de pas de 10 nm mesuré à l'aide de la technologie PSI, précision impossible à atteindre avec la technique confocale conventionnelle.

### Une nouvelle équipe d'experts au service des utilisateurs en Europe

Oscar Rodriguez, Sales Manager pour la division Industrie de Leica Microsystems en Espagne:

« Le DCM 3D est un parfait exemple de la philosophie de Leica Microsystems, où l'esprit de pionnier et l'esprit d'équipe sont depuis toujours les moteurs indispensables à l'innovation. Ce système unique combine la technologie confocale et interférentielle pour couvrir la plus grande plage d'application possible du système de mesure 3D. Cette technologie innovante et l'optique hors pair de Leica font du DCM 3D la solution parfaite de l'imagerie et de la mesure industrielle 3D.

Cependant, toute technologie ne serait rien sans les hommes qui les utilisent et ceux qui les perfectionnent sans relâche. C'est pourquoi nous avons mis en place une équipe de spécialistes d'application, capable de fournir une aide précise aux utilisateurs du nouveau DCM 3D en Europe. L'équipe entre en action avant même que vous soyez productifs avec le système. Elle analyse par exemple vos échantillons de produit et spécifie les applications principales de votre DCM 3D afin de configurer le système de façon optimale. Nos spécialistes d'application sont à tout moment à vos côtés en cas de problème. En étroite collaboration avec nos ingénieurs de développement, ils convertissent vos idées et besoins dans un processus permanent d'amélioration en des solutions nouvelles et innovantes pour les applications du futur. »

### Coordonnées

Dr. Roger Artigas, Vice-Président Métrologie  
Optique, Sensofar-Tech, S.L., Artigas@sensofar.com

### Pour obtenir plus d'informations sur le DCM 3D

Oscar.Rodriguez@leica-microsystems.com  
www.leica-microsystems.com/products/DCM3D

Les champs magnétiques permettent d'optimiser les alliages métalliques

# Travaux de recherche sur la structure optimale

Dr. Sven Eckert Centre de Recherche de Dresde-Rossendorf, Anja Schué Leica Microsystems

Que des liquides entrent en ébullition même sans être soumis à une source de chaleur directe ou sans contact, chacun peut s'en rendre compte en faisant exploser un œuf cru dans un four à micro-ondes. Les forces électromagnétiques peuvent cependant également faire fondre le métal à des températures de plus de 1000 °C. Dans le groupe de travail de magnétohydrodynamique du Centre de Recherche de Dresde-Rossendorf (FZD), ces interactions complexes entre liquides conducteurs et champs magnétiques sont utilisées pour contrôler les propriétés d'écoulement et les processus de solidification d'alliages métalliques liquides. L'objectif est d'optimiser les processus de production pour la fonderie. Pour analyser la microstructure du métal, les scientifiques utilisent un système automatisé alliant un microscope haut de gamme et un logiciel de capture d'images Power Mosaic, qui balaye de grandes surfaces d'échantillons dans des images individuelles haute résolution et livre une image d'ensemble précise pour des analyses quantitatives.

Les industries automobile et aéronautique en particulier utilisent des pièces en alliages spéciaux qui doivent répondre à des critères de qualité toujours plus importants. Les pièces coulées doivent présenter des parois de plus en plus fines, donc être plus légères, tout en étant en partie plus complexes ou grandes et en résistant à des charges croissantes. La solidité et la capacité de charge d'un alliage dépendent principalement de sa microstructure. Les flux induits par des champs magnétiques pendant la solidification des alliages métalliques déterminent le transfert de chaleur et de matière dans la fusion et ainsi la germination et la croissance des grains. Une microstructure idéale, homogène, c'est-à-dire à grains fins, requiert donc une solidification contrôlée de la pièce coulée.

La Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, Communauté allemande de recherche) a mis en place une section de recherche spéciale « Contrôle des flux électromagnétiques dans la métallurgie, la croissance cristalline et l'électrochimie » à l'université technique de Dresde, au FZD, à l'institut Leibniz de recherche sur les corps solides et les matériaux de Dresde et à l'université technique Bergakademie de Freiberg pour étudier les champs magnétiques spécialement adaptés aux techno-

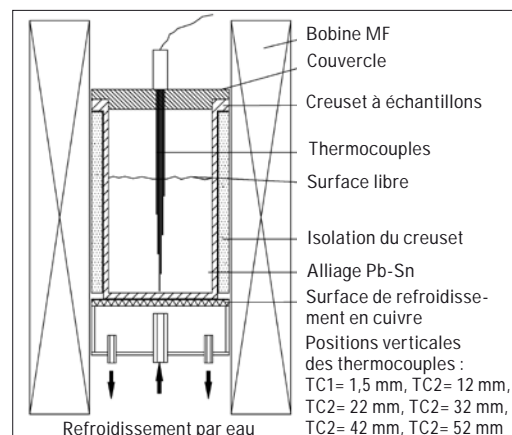


Fig. 1 : Schéma du montage expérimental

logies optimisées dans la fabrication de métal. Le potentiel d'application est énorme. Presque tous les métaux industriels sont obtenus par fusion du métal. Les avantages du brassage électromagnétique en termes de contrôle et d'absence de contact sont également utilisés ici pour étudier l'influence des structures de flux sur le processus de solidification des alliages métalliques.

## Brassage optimal sans contact

Les scientifiques du FZD réalisent dans le cadre d'un projet partiel en coopération avec l'université technique de Dresde des expérimentations de solidification d'alliages plomb-étain et aluminium-silicium sous l'influence de champs magnétiques en rotation (RMF) (la figure 1 présente le schéma du montage expérimental). L'objectif est d'obtenir des matières ayant une structure isotrope, à grains fins, avec des cristaux quasi-sphériques, également appelés globulites. Cependant, la morphologie de nombreux alliages est dominée par des cristaux étendus, de forme allongée, les dendrites colonnaires. Les matières solidifiées sous la forme de globulites présentant des caractéristiques mécaniques nettement meilleures, la croissance des den-

drites peut être stoppée à l'aide de flux induits par un champ magnétique dans le bain de fusion. Sur la base des conditions du flux induit par des RMF déjà bien étudiées, les scientifiques du FZD ont analysé des phénomènes physiques complexes pendant le processus de solidification contrôlé afin d'élaborer une stratégie de brassage optimale pour des applications en fonderie [4-6].

Des simulations numériques réalisées dans le cadre d'un projet partiel de l'Institut pour l'aéronautique et l'aérospatiale de l'université technique de Dresde donnent des vues détaillées dans la structure du flux induit au moyen des RMF pendant la solidification. Les résultats fondamentaux de l'analyse des structures de flux lors du processus de solidification et de l'interaction entre le flux et le processus de solidification sont directement analysés dans un autre projet partiel de l'Institut de la fonderie de l'université technique Bergakademie de Freiberg et transposés sur de vraies pièces coulées pour des alliages en aluminium et magnésium.

### Modulation des champs magnétiques

Les expérimentations ont montré que, dans des conditions de refroidissement constantes, la fraction volumique de la structure globulitique dépend directement de la nature et de l'intensité du flux induit électromagnétiquement et peut être contrôlée par un réglage défini des paramètres des champs magnétiques. De plus, un net affinage du grain a été constaté dans la microstructure après le brassage électromagnétique (fig. 2 et 3). En même temps, des ségrégations indésirables dues au flux ont cependant également été observées. C'est pourquoi les chercheurs de Dresde recherchent une structure de flux qui donnerait une structure à grains fins globulitique sans ségrégation des composants passifs.

Les résultats des simulations numériques montrent qu'une modulation contrôlée de l'amplitude des champs magnétiques peut produire un modèle de flux approprié, réduisant nettement le degré de ségrégation. Sur cette base ont été mis au point des concepts visant à optimiser les fonctions temporelles pour les paramètres des champs magnétiques amplitude et fréquence, qui sont contrôlés dans les expérimentations de solidification. Cette approche a déjà donné de premiers résultats nets [1, 2]. Pour mieux comprendre les rapports entre le champ du flux devant le front de solidification et les propriétés de la structure de solidification, la technique des ultrasons à effet Doppler a été perfectionnée au FZD en vue d'une utilisation dans les coulées de métaux. Ainsi, pour la première fois, les vitesses de flux dans la phase liquide ont pu être mesurées [7].

### Analyse quantitative des microstructures

L'examen macroscopique de cylindres métalliques solidifiés montre déjà de nettes différences sous l'influence des RMF et met en évidence comment une modification temporelle ou spatiale du champ magnétique transforme la morphologie colonnaire en globulitique (fig. 4). L'analyse microscopique des sections transversales et longitudinales des cylindres échantillons de 5 centimètres d'épaisseur et de 6 centimètres de hauteur permet la mesure quantitative de la taille du grain, de la répartition des phases et notamment de la fraction volumique de la structure globulitique (fig. 5). Pour obtenir une image de toute la surface de l'échantillon en haute résolution, les scientifiques de Rossendorf utilisent le logiciel haute performance de capture d'images Leica LAS Power Mosaic, combiné avec un microscope de recherche automatisé Leica DM6000 M (fig. 6). Les sections métalliques sont balayées automatiquement à une vitesse de quelque 400 images par minute et une image globale est réalisée avec la pleine résolution de la caméra (fig. 7).

Le système permet de générer très rapidement une mosaïque d'images individuelles, avec une très grande précision et une focalisation parfaite dans des formats de données aisément interprétables. Ses atouts particuliers sont le calcul optimisé du chevauchement d'images de 70 pixels entre les images individuelles et la fonction de calibration automatique réalisée directement sur l'échantillon pour compenser les imprécisions les plus fines dues au mouvement de la platine et à l'optique. La taille d'une image individuelle et la compensation de la rotation de la caméra sont automatiquement réglées par le système. En fonction de la topographie de la surface de l'échantillon, les positions focales peuvent être interpolées via un nombre quelconque de points de référence. La commande précise de la platine du microscope est déterminante pour l'ensemble du balayage de l'échantillon et la vitesse de prise de vue. Une caméra numérique rapide, déclenchée via la platine, capture les images dès que la position calculée est atteinte, sans que la platine ne doive être arrêtée. Si nécessaire, un tableau de commande spécial xyz permet également une reconstruction en 3D à différents niveaux focaux. Cependant, plusieurs images par champ d'image doivent être réalisées, ce qui induit un temps d'enregistrement plus long.

« Le logiciel automatisé LAS Power Mosaic de Leica Microsystems nous permet d'économiser beaucoup de temps et de travail par rapport à avant, lorsque nous assemblions encore les images individuelles à la main. Maintenant, nous pouvons réaliser rapidement et efficacement des analyses quantitatives

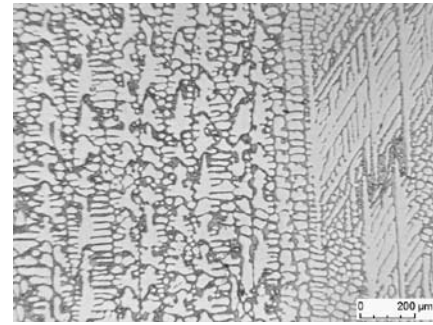


Fig. 2 : Image par microscopie optique d'un alliage Sn-15M.%Pb solidifié de manière dirigée sans être soumis à un champ magnétique

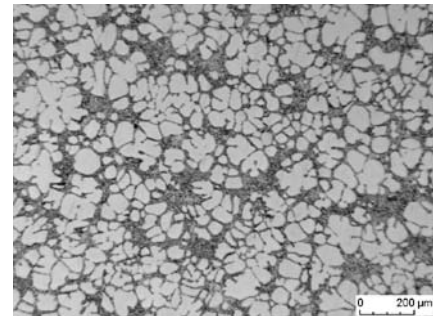


Fig. 3 : Image par microscopie optique d'un alliage Sn-15M.%Pb solidifié de manière dirigée sous l'influence d'un champ magnétique en rotation



Fig. 4 : Photographie d'un alliage Al-7M.%Si solidifié de manière dirigée : la solidification dans la partie inférieure sans champ magnétique entraîne une croissance colonnaire. L'utilisation d'un champ magnétique modulé dans le temps entraîne une croissance du grain globulitique dans la partie supérieure de l'échantillon.

de toute la section transversale de l'échantillon », souligne Sven Eckert du FZD. « De plus, au FZD, nous devons consigner et archiver toutes les données expérimentales. Le logiciel nous facilite grandement la tâche à ce niveau également. À l'aide de procédés de microscopie optique, nous pouvons réaliser presque toutes les analyses essentielles de la microstructure métallique. D'autres quantifications des résultats au moyen d'un microscope électronique ne sont requises que pour des cas de figure spéciaux. »

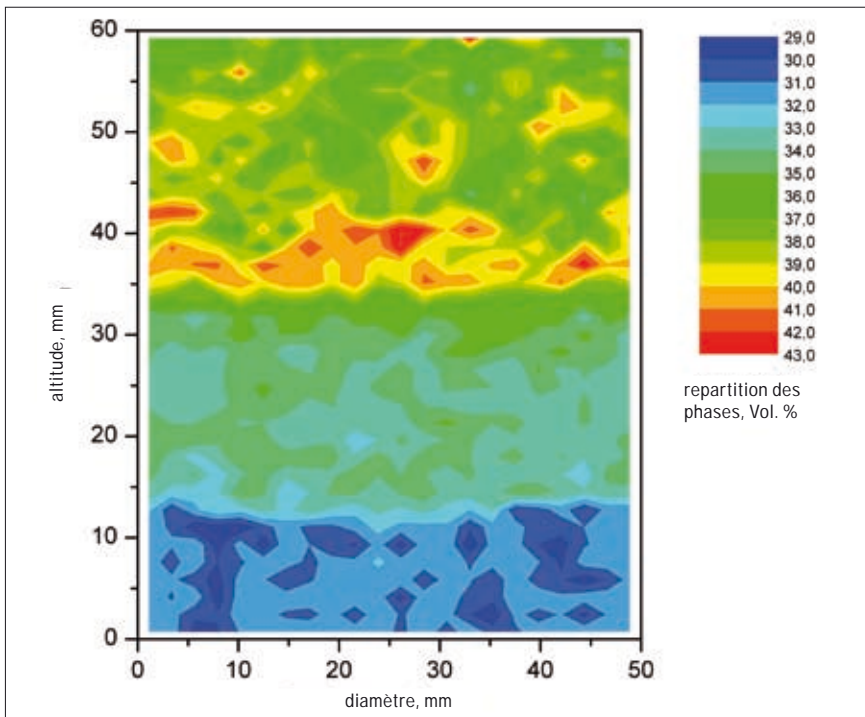


Fig. 5 : Fraction volumique de la phase eutectique dans la section longitudinale d'un échantillon Al-7M.%Si. Un champ magnétique modulé dans le temps a été utilisé pendant la solidification.



Fig. 6 : Le système d'acquisition automatisé constitué du microscope haut de gamme Leica DM6000 M et du logiciel d'imagerie Leica LAS Power Mosaic permet de balayer en haute résolution de larges surfaces d'échantillons et de recombinaison les images individuelles acquises en une image globale pour l'analyse quantitative.



Fig. 7 : Photographie de la section longitudinale d'un alliage Sn-38M.%Pb. Un champ magnétique modulé dans le temps a été utilisé pendant la solidification.

## Références

1. B. Willers, S. Eckert, P. Nikritjuk, D. Rübiger, J. Dong, K. Eckert, G. Gerbeth: Efficient melt stirring using pulse sequences of a rotating magnetic field: II – Application during solidification of Al-Si alloys, *Metall. Mater. Trans.* 39B, 2008, 304-316
2. S. Eckert, P.A. Nikrityuk, D. Rübiger, K. Eckert, G. Gerbeth: Efficient melt stirring using pulse sequences of a rotating magnetic field: I - Flow field in a liquid metal column, *Metall. Mater. Trans.* 39B, 2008, 374-386
3. S. Eckert, G. Gerbeth, D. Rübiger, B. Willers, C. Zhang: Experimental modelling using low melting point metallic melts: Relevance for metallurgical engineering, *Steel Res. Int.* 78, 2007, 419-425
4. S. Eckert, B. Willers, U. Michel: Directional solidification of Pb-Sn alloys affected by a rotating magnetic field, *Int. Foundry Res.* 58, 2006, 38-46
5. B. Willers, S. Eckert, P.A. Nikrityuk, K. Eckert, U. Michel, G. Zouhar: Application of a rotating magnetic field during directional solidification of Pb-Sn alloys: Consequences on the CET, *Mater. Sci. Eng. A* 413-414, 2005, 211-216
6. B. Willers, S. Eckert, U. Michel, I. Haase, G. Zouhar: The columnar-to-equiaxed transition in Pb-Sn alloys affected by electromagnetically driven convection, *Mater. Sci. Eng. A* 402, 2005, 55-65
7. S. Eckert, B. Willers, G. Gerbeth: Measurements of the Bulk Velocity during solidification of Metallic Alloys, *Metall. Mater. Trans.* 36A, 2005, 267-270

Cet article est parue dans: *Quality Engineering*, 10/2008, Konradin Verlag, Ernst-Mey-Str. 8, D-70771 Leinfelden-Echterdingen, [www.qe-online.de](http://www.qe-online.de)

## Coordonnées

Dr. Sven Eckert, Centre de Recherche de Dresde-Rossendorf, département de magnétohydrodynamique : [s.eckert@fzd.de](mailto:s.eckert@fzd.de)

**Mot-clé : résolution numérique**

# Prenez garde à la « pixelmania »

Urs Schmid, Leica Microsystems

« Photokina », le plus grand salon international dédié à la photographie et à l'imagerie, présente sans cesse les tout derniers appareils photo numériques qui se livrent une course aux pixels sans répit. Pour les appareils photo numériques professionnels de taille moyenne, le record du monde se situe à peu près au-dessus des 60 millions de pixels par image. Ces appareils utilisent pour cela un très grand capteur coûteux affichant une résolution d'environ 9.000 x 6.700 pixels. À chaque prise, ils capturent de cette façon des données non compressées d'une taille de près de 180 Mo – voire plus si l'on utilise un appareil à 16 bits par couleur pour exploiter tout l'angle de vue dynamique.

## Un appareil photo adapté à votre utilisation

Depuis plusieurs années, la photographie numérique mène une véritable course aux pixels, qui n'est pas près de s'essouffler. Dans les applications microscopiques, l'appareil photo affichant le plus de pixels n'est pas forcément la solution idéale. Dans ce domaine, ce sont l'application et la puissance optique du microscope qui déterminent l'appareil photo qui convient le mieux pour obtenir les meilleurs résultats lors d'une prise de vue. Le critère majeur servant à définir la résolution microscopique est l'ouverture numérique (NA) – l'énergie favorisant la concentration de la lumière dans le système optique (voir reSOLUTION, 01/2008).

## Un microscope de dix mètres d'épaisseur ?

Dans le cas des appareils photo ou des télescopes, il est possible d'accroître l'énergie favorisant la concentration de la lumière en utilisant des lentilles plus grandes, d'un plus grand diamètre. À ce sujet, le record du monde est détenu par l'observatoire de Las Palmas, en Espagne, avec son miroir de 10,4 mètres de diamètre. Cela est cependant impossible avec les objectifs de microscopes. Il est certes possible d'ac-





## Nouveaux stéréomicroscopes pour travaux de routine

# Pour un nouveau défi chaque jour

Les stéréomicroscopes haute qualité Leica M50 et M80 pour travaux de routine viennent compléter la gamme éprouvée « M-Series » commercialisée par Leica Microsystems. La brillance optique, la vaste gamme d'accessoires disponibles et les solutions d'ergonomie proposées en font les microscopes idéaux pour l'assurance-qualité et de nombreuses applications industrielles. Le Leica M50 offre des niveaux de grossissement parfaitement reproductibles de 6,3x à 40x pour des examens répétés de mesures, schémas ou photographies d'objets dans des conditions parfaitement identiques. Les cinq positions de réglage

disponibles peuvent être aisément sélectionnées sans quitter les pièces des yeux. Le stéréomicroscope Leica M80, avec son zoom 8:1 et ses positions de réglage indexées, peut être utilisé pour une vaste gamme d'applications de routine. La grande distance de travail ainsi qu'une luminosité parfaite permettent de visualiser les échantillons dans les moindres détails, sans perdre de vue les pièces de grande dimension. Les deux microscopes peuvent être équipés d'une vaste gamme d'accessoires – différents types d'éclairages, d'objectifs ou de socles – pour tous types d'application.

### Le Leica M50

- Plage de grossissement de 6,3x à 40x
- Positions enclenchables définies pour cinq grossissements
- Grande zone de profondeur de champ pour champs d'observation élargis

### Le Leica M80

- Plage de grossissement de 7,5x à 60x
- Positions commutables pour huit grossissements
- Excellente optique pour des images contrastées et précises

### Les nouveaux stéréomicroscopes

- Gamme de produits modulaire pour des adaptations optimales, axées sur l'application
- Système optique parfocal pour des images toujours nettes lors du changement de grossissement
- Grandeur de champ 23 pour une plus grande vue d'ensemble
- Interface standard 76 mm pour une intégration rapide et facile
  - Grand choix d'objectifs achromatiques et plan-achromatiques
    - Design ergonomique pour une adaptation personnalisée selon l'utilisateur
  - Design ESD évitant les dommages dus à la charge statique
  - Colonne avec conduite pour câble intégrée pour un poste de travail bien rangé.

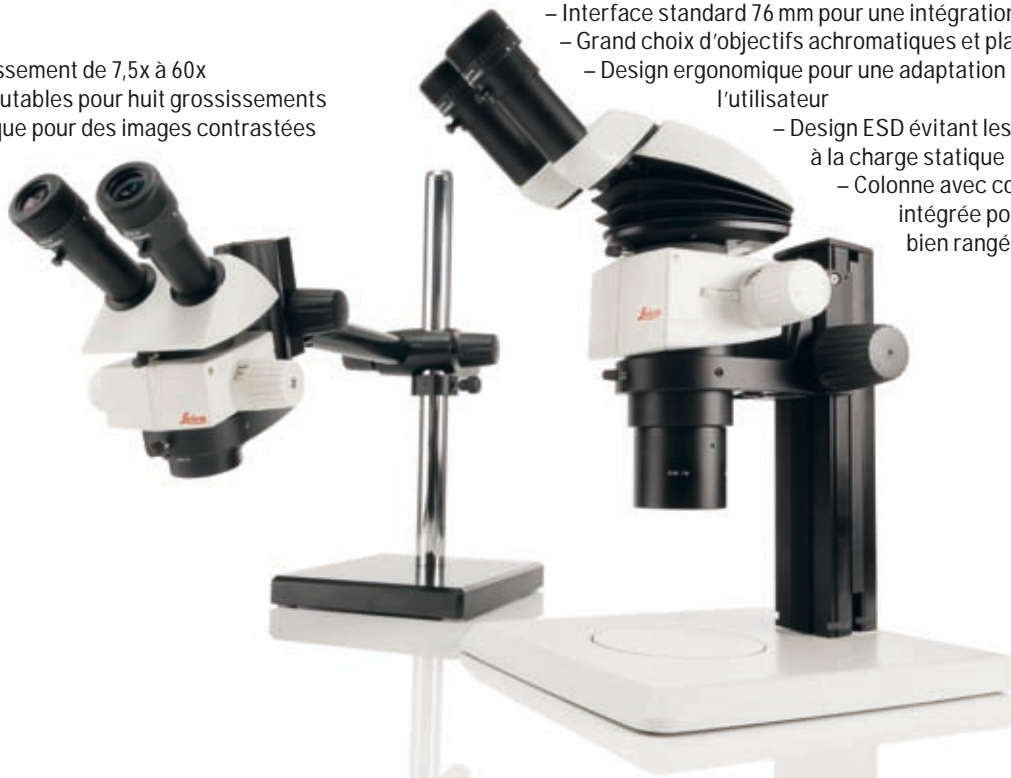


Fig. 1 : À gauche le Leica M50 avec petit pied à bras oscillant, à droite le M80 avec base à lumière transmise



Fig. 2 : Le Leica M80 avec base universelle XL et extension XL

### Différents éclairages

Seul un éclairage approprié permet d'exploiter toute la puissance d'un microscope et de fournir le maximum d'informations possibles au sujet de l'échantillon. Voilà pourquoi Leica Microsystems offre différents types d'illumination – afin de correspondre à chaque application.

Le système Leica LED3000 NVI™ est optimisé pour la stéréomicroscopie de routine. Cette solution d'éclairage est idéale pour la visualisation d'orifices, d'indentations ou tonneaux de fusil. La gamme Leica LED5000 constitue un autre composant-clé dans le système de stéréomicroscopie Leica. A ces solutions s'est ajouté dernièrement un système d'éclairage coaxial parfaitement intégré. Deux LED de haute puissance intégrées garantissent un éclairage parfait, tandis que l'échange des données de lecture et de contrôle des paramètres s'effectue sur un câble unique.

### Une ergonomie aboutie

Lorsque la distance de travail du microscope est associée à la taille de l'utilisateur, il suffit de quelques millimètres pour faire la différence. Un tube à hauteur de visualisation réglable, tel que le propose le nouveau tube binoculaire ergonomique, permet de résoudre ce problème par un simple mouvement du poignet. Afin d'éviter toute tension au niveau du cou et des muscles du dos de l'utilisateur assis devant son microscope, tous les éléments de contrôle des stéréomicroscopes Leica sont disposés de manière à fournir la meilleure position de confort possible.

## Un remerciement pour votre avis !

Chers lecteurs,

Quel article de cette reSOLUTION vous a le plus séduit ? Quels sont les thèmes sur lesquels vous souhaiteriez en savoir davantage dans les prochaines éditions ? Pour vous remercier de nous donner votre avis, nous vous offrons un livre illustré de grande valeur parmi le programme de livres Alinari sur l'histoire de l'écriture et de l'imprimerie. Il expose le développement des formes les plus simples de la communication humaine jusqu'à l'impression numérique moderne, en passant par Gutenberg et la marche victorieuse des produits imprimés.



Veuillez inscrire votre commentaire et votre adresse d'ici au 31 mars 2009 sur : [www.leica-microsystems.com/EU-Materials](http://www.leica-microsystems.com/EU-Materials)

Jean Marc Ellens de Leica Microsystems congratule Franck Herzog, collaborateur du service d'assurance-qualité de Liebherr-France SAS, à Colmar, qui a gagné un poste radio-CD avec lecteur MP3 au design cube dans reSOLUTION 1/2008.



**A History of Writing and Printing From Cave Paintings to Pixel**  
S. Füssel, R. Leinemann, J. D. Meyer, N. P. Miller, L. J. Rolly

## Système « tout-en-un » de préparation de surface-cible

# Laisser la main au système

Robert Ranner, Leica Microsystems

Les techniques actuelles de microscopie électronique et d'analyse micro-structurale, comme par exemple l'analyse dispersive en énergie (EDS) ou en longueur d'onde (WDS), la spectroscopie Auger et la diffraction d'électrons rétrodiffusés (EBSD), ont besoin de méthodes simples et rapides pour révéler les structures internes proches de la surface, caractéristiques d'une déformation mécanique ou d'un dommage. Les techniques de préparation actuelles, au choix, sont trop lentes, manquent de qualité ou ne sont capables de rendre visibles que des surfaces trop réduites.

Instrument de précision en son genre et sans équivalent, le Leica EM TXP est spécifiquement destiné à la préparation des coupes transversales. Il regroupe pour cela, dans le même appareil, quatre technologies d'usinage. Cet instrument polyvalent signé Leica Microsystems offre les fonctions de sciage, fraisage, meulage et polissage des échantillons pour la microscopie électronique à balayage (MEB) et la microscopie Photonique. En micro-électronique par exemple, il est possible de préparer rapidement et avec une précision micrométrique les fils de connexion à l'or des puces des semi-conducteurs, sans devoir faire passer l'échantillon d'un instrument à un autre.

### Gain de temps et fiabilité

Lors de la préparation de Surface pour la MEB ou la microscopie Photonique, en contrôle industriel de la qualité, l'échantillon subit en général plusieurs traitements jusqu'à ce que soit obtenue une qualité adéquate de la couche ou de la surface à analyser. Alors qu'auparavant, les échantillons devaient être préparés à l'aide de plusieurs instruments différents, désormais toutes les étapes requises – depuis la coupe et le fraisage au diamant jusqu'au polissage – sont réalisables avec un seul et même instrument, le Leica EM TXP. Il s'ensuit une réduction non seulement du temps nécessaire, mais aussi du risque de perte de détail dans l'échantillon. Entièrement automatisé, le Leica EM TXP offre à l'utilisateur des facilités supplémentaires pour une préparation rapide et fiable. Tous les paramètres peuvent être définis à l'avance pour chaque étape de traitement ; l'instrument travaille ensuite de manière entièrement automatique. Le stéréo-microscope intégré est une autre fonctionnalité propre à épargner des efforts inutiles à l'utilisateur : il lui permet d'observer l'échantillon pendant l'entièreté du déroulement de l'usinage. Adieu au processus laborieux consistant à localiser et à examiner les résultats intermédiaires avec un microscope séparé.

### La touche finale à de grandes surfaces

En association avec le Leica EM TXP, le Leica EM TIC020 offre une solution extrêmement efficace



Fig. 1 : Le Leica EM TXP avec porte-échantillon pivotant

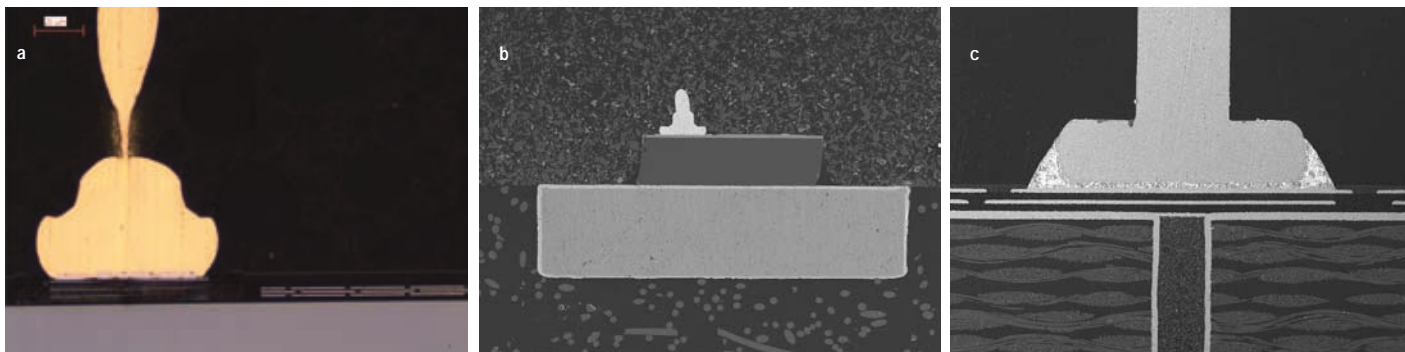


Fig. 2 : Préparé avec le Leica EM TXP : a : coupe d'une soudure de fils d'or (circuit intégré), b : coupe d'une DEL de type SMD, c : coupe d'un circuit imprimé avec connexion



Fig. 3 : Préparé avec le Leica EM TIC020 : bille de soudure à la surface de contact Ni/Co



Fig. 4 : À l'avant le système de coupe oblique Leica EM TIC020, à l'arrière le système de préparation multifonction Leica EM TXP

pour préparer les échantillons pour la microscopie électronique à balayage. L'EM TIC020 est muni d'une triple source d'ions pour permettre la préparation de coupes transversales de grande surface. Dans un premier temps, on utilise le Leica EM TXP pour retirer par fraisage une importante partie de l'échantillon, afin d'accéder à la région d'intérêt avec une précision parfaite. Ensuite, l'ultime coupe transversale est réalisée avec le Leica EM TIC020. Ce procédé réduit considérablement la durée de l'attaque chimique, et par suite, accroît significativement la production rapide d'échantillons.

Cette nouvelle technologie autorise des vitesses de coupe élevées et profondes et permet en même temps d'obtenir une qualité de surface compatible avec l'analyse de la micro-structure. Il est possible de réaliser des coupes transversales de plusieurs millimètres, en profondeur comme en largeur. Avec les systèmes conventionnels de coupe en pente, un mouvement doit être appliqué à l'échantillon pour limiter les effets d'ombrage et /ou de formation de bandes induits par les vitesses de pulvérisation cathodique différentes selon les matériaux. La triple source d'ions fait disparaître cet écueil. Même si les principales applications se trouvent dans le domaine des semi-conducteurs, divers métaux, les céramiques et les polymères, pratiquement tous les matériaux peuvent être préparés.

# Évènements

## 2008

**Worlddidac**  
29 – 31 octobre  
Bâle, Suisse

**EMAF**  
11 – 12 novembre  
Porto, Portugal

**Prodex**  
18 – 22 novembre  
Bâle, Suisse

## 2009

**Laborama**  
12 – 13 mars  
Bruxelles, Belgique

**austrotec 09**  
19 – 20 mars  
Graz, Autriche

**Congreso Soc. Port. Materiales**  
5 – 8 avril  
Lisbonne, Portugal

**Congreso Soc. Port. Materiales**  
5 – 8 avril  
Lisbonne, Portugal

**SMT**  
5 – 7 mai  
Nuremberg, Allemagne

**Control**  
5 – 8 mai  
Sinsheim, Allemagne

**22° Congresso Nazionale dei Trattamenti Termici**  
6 – 8 mai  
Salsomaggiore, Italie

**Environnement Professionnel Horlogerie-Joallerie (EPHJ)**  
12 – 15 mai  
Lausanne, Suisse

**National Electronics Week**  
16 – 18 juin  
London, Royaume-Uni

**MesurExpo**  
6 – 8 octobre  
Paris, France

**Rich Mac**  
6 – 9 octobre  
Mailand, Italie

**Parts2Clean**  
28 – 30 octobre  
Stuttgart, Allemagne

**Productronica**  
10 – 13 novembre  
Munich, Allemagne

**Milipol**  
17 – 20 novembre  
Paris, France

## Mentions légales

### Éditeur

Leica Microsystems GmbH  
Ernst-Leitz-Straße 17-37  
D-35578 Wetzlar  
www.leica-microsystems.com

### Rédacteurs

Anja Schué, Corporate Communications,  
Anja.Schue@leica-microsystems.com  
Danilo Parlatano, European Marketing,  
Danilo.Parlatano@leica-microsystems.com

### Auteurs de cette édition

Dr. Roger Artigas  
Dr. Sven Eckert  
Sam Habibi Minelli  
Robert Ranner  
Oscar Rodriguez  
Urs Schmid

### Collaborateurs

Laure-Anne Blavier  
Yves Janin  
Dr. Petra Kienle  
Dr. Carola Troll

### Mise en page

Uwe Neumann,  
Corporate Marketing & Identity

### Photo de couverture

Alinari

### Date d'impression

3 novembre 2008

Si vous désirez plus d'information ou souhaitez vous inscrire, n'hésitez pas à nous rendre visite sur notre site:

[www.leica-microsystems.com/events](http://www.leica-microsystems.com/events)

## Leica DM750 P – pour les experts de demain

Pour que les futurs experts en science de la terre et de la matière puissent être préparés de manière efficace à leurs tâches, Leica Microsystems a spécialement mis au point un microscope dédié à un enseignement pratique. Grâce à ses performances optiques exceptionnelles et à ses fonctions conviviales, le nouveau microscope polarisant Leica DM750 P constitue un outil approprié pour la formation en pétrographie, cristallographie et science de la matière.

Le Leica DM750 P est basé sur la même plateforme optique que celle utilisée pour les microscopes haut de gamme de Leica Microsystems. Il séduit non seulement par ses performances optiques, mais permet également l'utilisation de toute la gamme d'accessoires pour microscopes de Leica Microsystems. Les objectifs parfaitement adaptés et les condenseurs font de l'échantillon l'unique objet ayant un effet sur la lumière polarisée.



**Photo de couverture** : construction en acier sur le site de la raffinerie Sarom à Ravenne, en Italie. L'original des années 1960 provient des archives du studio photo Villani, qui avait été fondé en 1920 à Bologne, en Italie. Vittorio Villani, fils du fondateur, a participé à l'une des documentations photographiques les plus importantes d'Italie, que l'entreprise florentine Alinari avait mise sur pied au milieu du 19<sup>ème</sup> siècle. L'ensemble des archives Villani, comprenant des photos des années 1920 aux années 1980, fait aujourd'hui partie de la grande collection Alinari Fratelli. L'entreprise Alinari se dédie depuis plus de 150 ans à la photographie, à son histoire et son évolution moderne ainsi qu'à la conservation et à la restauration de matériaux et documents photographiques. Aujourd'hui, Alinari compte parmi les entreprises les plus renommées du monde dans le domaine de la photographie.  
© Alinari, archives Villani, Florence, Italie



## Et si vous passiez à la qualité haut de gamme ?

### Leica M50 et Leica M80 : pour les défis quotidiens au sein du laboratoire et de la production

Pour obtenir la meilleure qualité de vos produits, vous analysez les détails les plus fins de vos échantillons. Afin de vous permettre la maîtrise ludique des tâches routinières au sein du laboratoire et de la production, Leica Microsystems a mis au point les stéréomicroscopes Leica M50 et Leica M80. Avec la brillance de leur optique, leur ingénieuse gamme d'accessoires et leurs solutions ergonomiques, ils sont les partenaires fiables de l'assurance-qualité et des multiples applications routinières de l'industrie.

[www.leica-microsystems.com](http://www.leica-microsystems.com)

Living up to Life

**Leica**  
MICROSYSTEMS