**Zeitschrift:** Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
**Herausgeber:** Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
**Band:** - (1995)
**Heft:** 26

**Artikel:** Ultrasons extra-lucides
**Autor:** [s.n.]
**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-971516

**Nutzungsbedingungen**
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 17.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Ultrasons extra-lucides

**Le transfert des résultats de la recherche fondamentale aux applications industrielles prend du temps – et souvent des directions insoupçonnées initialement! Le très performant microscope à ultrasons du Poly de Zurich en est l'exemple parfait: prédestiné aux biologistes et aux médecins, il intéresse désormais les papetiers, les métallurgistes, les fabricants de vernis.**

Un appareil de mesure, dérivé du microscope à ultrasons mis au point à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, a été testé dans une grande fabrique de papier du pays. Les différentes sondes du microscope ont servi à contrôler l'épaisseur du *biofilm* d'algues et de bactéries qui tapisse l'ensemble de la machinerie en contact avec la pâte à papier. Les mesures, effectuées en continu et à 50 microns près (50 millièmes de millimètre), ont permis de maintenir avec précision l'épaisseur du biofilm. But de l'opération: assurer la qualité du papier et surtout de diminuer la quantité de déchets à la fabrication.

D'autres applications, développées également dans le cadre du Groupe de recherche industrielle (l'AFIF à Zurich, un organisme privé destiné à valoriser les résultats scientifiques émanant de la recherche publique) sont en cours d'essais; certaines attendent encore un financement pour débuter. Mais, avant d'en arriver à ce stade de développement, il faut rappeler que le microscope à ultrasons découle de recherches fondamentales qui ont été poursuivies avec l'aide du Fonds national, notamment dans le cadre du *Programme national de recherche 18 «Techniques biomédicales»*.

Il y a une quinzaine d'années, les premiers appareils dignes de ce nom ont été construits par des chercheurs américains de l'Université de Stanford. En Suisse, c'est dans les années 80 que le Prof. Max Anliker, alors responsable de l'Institut des techniques biomédicales du Poly, s'est lancé avec son équipe dans la réalisation d'un microscope à ultrasons. Cinq ans après la mise au point du premier prototype, l'instrument suisse se distingue toujours par sa rapidité, sa définition et la qualité des images obtenues.

Pour s'en convaincre, il suffit de regarder les deux cellules de rein sur la photo de droite: on peut observer leurs organites internes et, sur leur membrane, la présence de fins tentacules (*pseudopodes*). Mais ce n'est pas une coupe de cellules mortes, comme en microscopie optique: ici les cellules sont entières et vivantes!

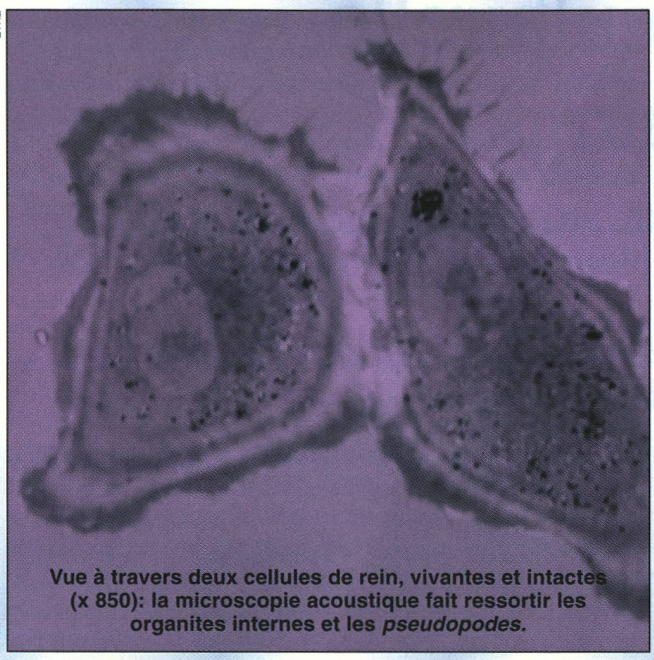
La résolution du microscope à ultrasons (moins d'un micron) est du même ordre que celle du microscope optique dont il est le complément. Il apporte un regard nouveau et peut notamment voir au travers d'objets opaques. Cette technique permet également d'observer et de reconstituer des objets microscopiques en trois dimensions, sans qu'il soit nécessaire de les débiter en fines coupes pour les étudier.

Toutes proportions gardées, la technique est comparable aux méthodes sismiques utilisées pour étudier le sous-sol géologique. A l'aide d'une sonde, une onde de choc est créée en surface; elle va se propager en profondeur. A chaque infime changement de matière, une partie de l'onde est réfléchie vers le haut. En enregistrant et en analysant les ondes qui retournent à la surface, on parvient à reconstituer la structure de l'objet observé.

Cependant, le temps que mettent les ondes pour traverser un objet mince de seulement quelques dizaines de microns est extrêmement bref! C'est pourquoi la sonde du microscope développé au Poly émet – au travers d'un cristal de saphir – des micro-secousses qui ne durent

Cedos

**Hartmut Kanngiesser et le microscope à ultrasons mis au point à l'Institut de technique biomédicale de l'ETHZ.**

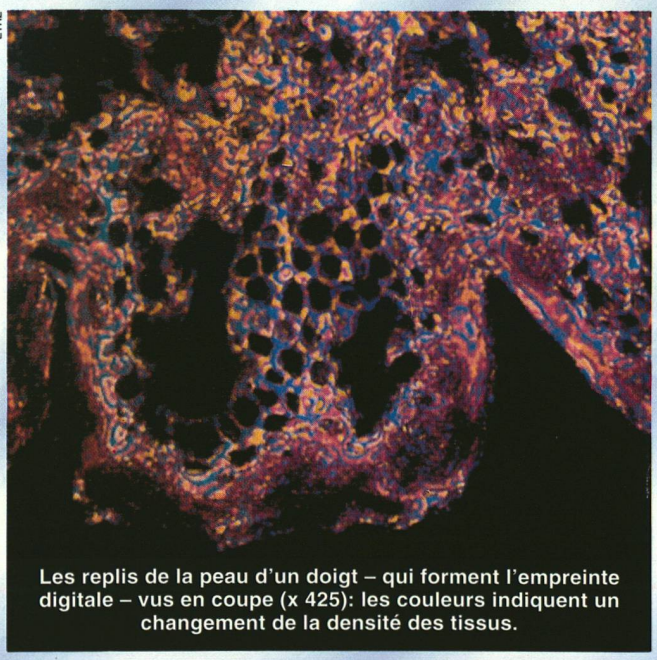


ETHZ

Vue à travers deux cellules de rein, vivantes et intactes (x 850): la microscopie acoustique fait ressortir les organites internes et les *pseudopodes*.

qu'un milliardième de seconde! Plus ces «claps» sont courts, plus les détails dévoilés sont infimes – jusqu'à 0,54 micron horizontalement et 1,26 micron verticalement. Après chaque secousse émise, la sonde se met à l'écoute des ondes sonores réfléchies, effectuant un tri délicat entre celles qui reviennent de l'objet et les ondes parasites.

Pour constituer l'image, la tête du microscope se déplace à la surface du sujet étudié, collectant les données en plus d'un million de points différents. Pour chacun, pas moins de huit mesures acoustiques sont effectuées. Malgré la somme astronomique de mesures, la constitution d'une image ne dure qu'une quinzaine de secondes. Après traitement informatique, elle apparaît sur un écran haute définition avec une qualité digne des meilleures photographies.



ETHZ

Les replis de la peau d'un doigt – qui forment l'empreinte digitale – vus en coupe (x 425): les couleurs indiquent un changement de la densité des tissus.

Au cours de la phase de mise au point, l'ingénieur Hartmut Kanngiesser a multiplié les essais sur du matériel biologique: structures interne osseuse, fibres musculaires cardiaques, détails de la rate, coupes d'épiderme... Doublant le microscope à ultrasons d'un dispositif optique, il a pu comparer les images obtenues dans les deux modes. C'est ainsi qu'il a constaté que certaines techniques de préparation des échantillons, nécessaires en microscopie optique, pouvaient partiellement détériorer les cellules.

AFIF

Quelques microns sous la surface, l'acier découpé à l'arc électrique présente une hétérogénéité visible grâce aux ultrasons (x 425).

Le chercheur a maintenant rejoint l'AFIF où, en collaboration avec des métallurgistes, il a entrepris d'étudier les défauts engendrés dans l'acier par le découpage à l'arc électrique. Cette technique, couramment employée dans l'industrie, provoque des bouleversements dans la structure de l'acier, à quelques microns sous la surface. Or, ils sont invisibles en surface. Le microscope à ultrasons devrait permettre d'y voir plus clair.

Dans un autre projet, l'ingénieur emploie les ultrasons pour «déterminer la répartition de particules de céramique piézoélectrique à l'intérieur d'une laque». L'enjeu de cette recherche est tel que l'entreprise impliquée garde encore secret le but de cette étude!

Les applications en biologie ne sont pas oubliées pour autant. Des chercheurs allemands envisagent d'étudier les propriétés mécaniques des cellules à l'aide du fameux microscope: la technique pourrait apporter d'intéressantes informations sur la solidité et l'élasticité des constituants de base de toute matière vivante.