

Editorial

Lorsque j'ai proposé en juin 1991 à Dieter Pohl, pionnier en microscopie optique en champ proche, d'organiser un rassemblement des scientifiques travaillant sur ce sujet, j'avais plusieurs bonnes raisons. D'une part la France jouait dans ce domaine un rôle important, d'autre part le moment était venu de tenter une fédération des recherches dans ce domaine. Enfin les principaux centres français (Besançon et Dijon) formaient dans cette partie de l'Europe, avec Zürich en Suisse, un noyau dur en microscopie optique à sonde locale.

Organisé sous l'égide du CNRS, d'ULTIMATECH, de l'OTAN, du MRT et des organismes de recherche de Besançon, ce "Workshop on Near Field Optics" avait pour but d'amener des scientifiques de milieux très différents à communiquer de façon intense durant trois jours. Copiant les mécanismes bien rodés des Ecoles de l'OTAN, j'ai donc cherché dans ma province de Franche-Comté un site suffisamment isolé et propice à la réflexion et à la méditation scientifique. Arc & Senans que beaucoup de congressistes connaissent fut donc retenu pour ses nombreuses qualités. Si le ciel ne fut pas de la partie, il ne pénalisa pas la réunion qui à mon avis (très partial, il faut l'avouer) fut un succès. N'étant effectivement pas le mieux placé pour exprimer une opinion sur ce rassemblement, j'exprime donc une position moyenne basée non seulement sur mes propres impressions mais aussi sur celles du groupe bisontin.

Rappelons tout d'abord le principe de la microscopie en champ proche. Comme dans toutes les microscopies à sonde locale, on détecte au moyen d'une fine aiguille (dans notre cas en matériau diélectrique) les variations locales d'une grandeur physique (ici le champ lumineux), à quelques nanomètres de la surface de l'objet.

Si l'invention de la microscopie optique en champ proche n'est pas un événement au même titre que la découverte du microscope tunnel électronique, elle représente toutefois une révolution dans le mode d'analyse et le mode de pensée des opticiens et autres scientifiques. Il faut garder en tête que jusqu'à ce jour, la connaissance du monde physique est passée en grande partie par une perception visuelle des événements. Par exemple, les équations de Maxwell, qui traduisent sous forme mathématique les relations entre la matière et les champs électromagnétiques, ont été déduites de l'observation du comportement des champs lumineux. Cette analyse a été effectuée sur des champs progressifs donc à des distances extrêmement grandes vis à vis de la longueur d'onde de la lumière. Ce principe s'applique non seulement à l'astronomie mais aussi à la spectroscopie et à la microscopie. Qui dit détection en champ lointain dit séparation entre l'objet et le détecteur mais aussi résolution limitée par la diffraction. A contrario, penser détection en champ proche (à distance de quelques nanomètres de la surface) conduit à largement dépasser cette résolution mais au détriment malheureusement du sacro-saint principe de non ingérence du détecteur dans la mesure. Le détecteur "image" l'objet et l'objet "image" le détecteur. Ce grave inconvénient a alimenté et alimente encore les discussions chez les microscopistes "tunnel" et dans toute la famille des microscopistes à sonde locale.

Les problèmes à résoudre sont donc aussi nombreux que variés. L'impossibilité jusqu'à ces dernières années d'avoir accès à l'information contenue dans le champ proche a amené les scientifiques à négliger la physique sous-jacente. Si l'état de nos connaissances avance à grand pas ces dernières années, il reste un travail énorme dans le domaine de la modélisation et de l'interprétation des images. En un mot, faire des images est relativement aisé, les reproduire puis les interpréter sont des tâches encore bien ardues.

C'est avec en tête ce genre de problème que les congressistes (environ 70 personnes) se sont retrouvées à Arc & Senans. La majorité des pionniers provenant de 15 pays différents, étaient présents, de H. Rohrer inventeur du microscope tunnel électronique, aux inventeurs des différentes versions du microscope en champ proche optique, 32 communications et 17 posters furent présentés. Trois sessions furent dédiées à la théorie, le reste étant réservé à la technologie, aux nouvelles

méthodes et même à la manipulation atomique au moyen de champs proches. Une attention particulière fut accordée aux techniques combinant plusieurs effets telles que l'émission de photons en microscopie tunnel électronique ou encore la microscopie plasmon.

La qualité des communications fut remarquable bien que certaines promesses formulées dans les résumés ne soient pas tenues. C'est le risque de ce type de réunion où les scientifiques doivent présenter des résultats inédits. Ceci amène, lors de la rédaction du résumé, à se projeter plusieurs mois en avant et à anticiper sur les résultats. Le compte rendu publié par les soins de l'OTAN, sera je pense une des références en microscopie en champ proche. Là encore, les textes fournis sont de qualité, montrant l'intérêt manifesté par les chercheurs pour ce premier atelier en optique du champ proche.

Je pense que le fait d'avoir réuni durant 3 jours des physiciens de tous horizons est probablement le point fort de la réunion. Concernant les avancées scientifiques, il faut citer le travail remarquable des théoriciens (France, Belgique, Australie essentiellement). Dans ce domaine, nos collègues américains semblent bien absents. Sur le plan expérimental, de nouveaux groupes sont venus renforcer la poignée de chercheurs des années 80, et de nouvelles techniques combinant détection de force et détection optique ont fait leur apparition. Celles-ci ont pour but d'obtenir simultanément une image de la topographie de la surface et une image optique. L'intérêt dans l'avenir sera de décorréler les effets de surface des effets d'indice. Les premiers résultats (en France, en Hollande et surtout aux Etats Unis) sont très prometteurs.

Sur le plan expérimental, les américains semblent avoir une petite avance sur les chercheurs du vieux continent. Mais est-ce une réelle avance ou l'art de présenter ses résultats avec conviction et efficacité ? Au niveau des résultats, force est de constater une certaine stagnation. La résolution latérale a évolué lentement depuis cinq ans même si les techniques actuelles sont autrement plus conviviales que les premiers montages du début des années 80. Une exception est à noter. En utilisant une pointe métallique plongeant dans un plasmon de surface, des chercheurs de Munich ont obtenu des images présentant des résolutions nanométriques.

Au niveau des regrets, je citerai la quasi absence des résultats en biologie alors qu'il semble que la biologie puisse être un des domaines privilégiés de la microscopie en champ proche. Même analyse en spectroscopie. Peu de travaux dans ce domaine même si les intentions sont là. Les raisons de ces lacunes sont probablement liées au peu de maturité de cette nouvelle technologie. J'ajouterai que l'empirisme des premières expériences doit faire place maintenant à des approches plus structurées. La réalisation d'images dans le vide semble être une nécessité pour éviter les contaminations qui perturbent et limitent sérieusement la reproductibilité des images. Les théoriciens eux, en sont parfaitement conscients.

Quelques mots maintenant sur la structure du workshop. Si le déroulement des sessions orales a été sans grande surprise, la session poster pourtant placée très tard a parfaitement rempli son rôle d'agora. Pour des raisons techniques, ce type de session est souvent réservée aux communications mineures. Ce n'a pas été le cas à Arc & Senans, les discussions qui durèrent jusqu'à minuit le confirmèrent amplement. Comme dans nombre de meetings, le point peut-être le moins réussi fut la table ronde. Il est vrai que placée en fin de congrès la fatigue commençait à se faire sentir et les échanges n'ont pas atteint l'intensité des discussions nées durant les repas et même durant les pauses.

Pour conclure, j'ai été frappé par le dynamisme et la conviction de l'ensemble des participants augurant d'un bel avenir à la microscopie optique en champ proche. La prochaine réunion, intitulée NFO2, aura lieu aux Etats Unis en octobre 1993. Les expérimentateurs seront particulièrement attendus.

Daniel Courjon
Labo. d'Optique P.M. Duffeux
Besançon, France