

Table ronde Ondes sur le vivant, Octobre 2018

Sophie Brasselet

Présents

15 personnes, majoritairement des développeurs de concepts et d'instruments (optique adaptative, wavefront shaping, microscopie non-linéaire, phase, photoacoustique, tomographie, rayons X).

Présentation générale sur l'état des lieux

- L'optique : optique adaptative (OA), imagerie dans les milieux diffusants (un domaine encore très restreint aux laboratoires de physique), OCT. L'optique adaptative cherche à améliorer un signal alors que le wavefront shaping (approprié dans les milieux diffusants) apporte une information cachée à partir d'un speckle aléatoire. Ce domaine remplace progressivement le cadre plus restreint de l'OA, ou se mélange dans une combinaison des approches.
- Autres domaines où les ondes ont à apporter pour l'imagerie en biologie: rayons X, photoacoustique
- Les méthodes numériques (phase retrieval, reconstruction, inversion, compressive sensing)
- Les situations appropriée en biologie (organoides, tissus) et dans le biomédical

Intervention des participants, suivis d'échanges :

Il est important de préserver la nature multidisciplinaire de ce module, car il permet de faire se côtoyer des questions complexes en biologie (imagerie fonctionnelle du cerveau, ..) et les derniers développements conceptuels et technologiques. Les applications récentes par exemple en imagerie optique en profondeur sont particulièrement marquantes (M. Cui, C. Xu, etc).

La richesse du domaine est la combinaison d'approches multiples : optique non-linéaire, photoacoustique, ..., qui se nourrissent d'idées nouvelles (exploitation des fluctuations en OCT, utilisation de marqueurs fluorescents comme sources pour le photoacoustique, ...)

Les progrès aujourd'hui attendus en imagerie (profondeur, dynamique, résolution, quantitatif) doivent être placés dans un contexte où les limites sont quantifiées (ex : profondeur d'imagerie en optique liée aux caractéristiques fondamentales des tissus).

Un thème important à aborder est l'application médicale, qui pose d'autres questions : multimodalité, portabilité, théranostique.

Il est des cas où il n'est pas nécessaire d'apporter une image, mais un signal (spectral, information mécanique, de fluctuations, ...). Le domaine du compressive sensing est une situation de choix pour ces approches. Dans ce cadre, les approches numériques nouvelles sont très actives (phase retrieval, reconstruction, inversion, ..). Elles ont besoin d'être mieux connues vis-à-vis de leurs forces et faiblesses. Les outils numériques intégrant signal et image ont une place grandissante dans le domaine : imagerie en co-conception (améliorer la manière de faire des images en optimisant en temps réel).

D'autres domaines ont été abordés. Le domaine de l'imagerie rayons X est de plus en plus développé pour la biologie (pas encore tissus vivants mais des méthodes sont à l'étude) ; L'imagerie photo

acoustique souffrait d'une moins bonne résolution spatiale mais des développements permettent de faire de la super résolution dans ce domaine ; micro-ondes, microscopie à résonance magnétique, ont été également évoqués.

Un domaine d'application important est évoqué qui touche aux organoïdes, dans lesquels les conditions d'imagerie optique sont délicates. Ce sont des objets modèles de choix pour les développements.

Le cadre des neurosciences reste dominant : il est possible aujourd'hui d'atteindre des profondeurs intéressantes travers l'os du crâne directement par wavefront shaping, mais les neurones sont encore difficile à détecter. Des problèmes restent à résoudre comme l'autofluorescence, avec des solutions envisagées comme l'utilisation de processus nonlinéaires d'ordre plus élevé.

Conclusion : cet axe est à poursuivre, en forte collaboration avec des physiciens de nouveaux domaines. Quelques idées sont proposées pour le prochain mifobio (certaines déjà mentionnées l'an dernier) :

- Cours sur la nature des distorsions optiques apportées par un milieu aberrant/diffusant, et les stratégies de correction
- Poursuivre et même augmenter le nombre d'ateliers sur l'imagerie dans les milieux complexes et diffusants (optique adaptative, imagerie dans les milieux diffusants, imagerie photo-acoustique, acoustique, Brillouin, ultrasons). Des contacts seront pris dans ce sens.