



LA Recherche

Les Rencontres Scientifiques Colas

« Le retard, allié ou ennemi ? »

29 juin 2010

Avec **Thomas ERNEUX**

*Professeur à l'Université Libre de Bruxelles
Département Optique Non linéaire Théorique*

et **Vincent BOUCHER**

*Chargé de Recherche dans l'Équipe Vision
du Laboratoire des Ponts & Chaussées d'Angers*

Conférence modérée par **Mathieu NOWAK**
Journaliste à *La Recherche*

Les problèmes dits « à retard » apparaissent dans toutes les disciplines scientifiques, de la biologie à la physique en passant par l'économie ou encore la chimie.

Peut-on en évaluer les conséquences d'un point de vue théorique pour notamment éviter l'apparition d'instabilités ?

Peut-on mettre à profit ces conséquences dans des applications quotidiennes comme l'aide à la circulation par temps de brouillard ?

Voici les questions qui seront abordées lors de cette rencontre.

Intervention de Monsieur Thomas Erneux

Les problèmes de retard familiers peuvent concerner la télécommande à distance de véhicules sur la Lune (2 à 10 s) ou le temps de réaction du conducteur d'une voiture devant un obstacle (1,5 s). Le problème du retard est inévitable pour tout système de contrôle, qu'il soit mécanique (contrôle du rapport air/carburant d'une voiture) ou physiologique (contrôle du réflexe de la pupille).

Ces problèmes sont modélisés mathématiquement par des équations dites à retard. Un feedback retardé peut avoir un effet stabilisant s'il est bien adapté. Pour exemple, la stabilisation des oscillations de grue de containers lors du chargement ou déchargement au port. Mais, en général, le retard a un effet déstabilisant s'il devient trop élevé.

Le système adopte ensuite des régimes oscillants qui peuvent être fort complexes. Ces oscillations sont indésirables ou au contraire utilisables suivant l'application. Dans l'industrie où l'usinage à grande vitesse est appliqué (aéronautique), ces régimes instables sont à proscrire à tout prix. En optique, par contre, la haute sensibilité du laser au feedback optique peut être mise à profit pour développer des sources optiques micro-onde à haute pureté spectrale ou des nouvelles techniques d'imagerie.

Enfin, nous retrouvons les problèmes de retard d'actualité comme la synchronisation anormale des neurones à l'origine de la maladie de Parkinson (le retard est lié au temps de communication entre neurones) ou l'étude des instruments à vent comme la clarinette (le retard est le temps aller-retour de l'onde de pression dans le tube).

Intervention de Monsieur Vincent Boucher

La maîtrise de moyens de vision de nuit, et a fortiori, de moyens permettant la vision à travers les brouillards constitue un challenge technologique important.

Une nouvelle technologie, l'imagerie active, est aujourd'hui identifiée par les experts en optronique comme l'une des capacités technologiques importantes à acquérir dans les années futures aussi bien pour les applications civiles que pour les applications militaires. En effet, de par son potentiel dans le domaine de l'observation de nuit à grande distance et dans des conditions météorologiques dégradées (pluie, neige, fumée, brouillard,...), elle trouvera une place de choix dans les futurs systèmes de vision de nuit en complémentarité avec les techniques basées sur l'imagerie infrarouge.

Dans le cadre de l'un de ses programmes de recherche liés à la sécurité routière, le Réseau des Laboratoires des Ponts & Chaussées développe des outils pour détecter et réduire les situations météorologiques routières dégradées en mettant en œuvre des méthodes physiques diverses comme l'imagerie infrarouge, la tomographie optique ou la réinjection laser qui nous intéresse ici : en optique, l'interférométrie est un outil extrêmement puissant permettant des mesures de distance, de vitesse, de vibration avec une excellente précision.

Parallèlement, les lasers sont extrêmement sensibles à la rétroaction optique.

Ces deux propriétés ont été combinées pour développer une nouvelle méthode d'imagerie laser. Dans cette méthode très similaire à l'interférométrie hétérodyne, le laser (diode laser, micro laser ou laser à fibre optique) sert à la fois de source et de détecteur. Le faisceau laser est focalisé sur une cible puis réinjecté dans la cavité du laser. En mesurant l'amplitude et la phase du battement généré puis amplifié dans la cavité du laser, des images de la cible en question peuvent être réalisées.

Les expérimentations en laboratoire avec des brouillards simulés ont permis, dans un premier temps, d'estimer les difficultés techniques à surmonter pour passer à des expérimentations en grandeur nature. Une fois ces contraintes prises en compte, les expérimentations ont eu lieu en présence d'un brouillard maîtrisé et caractérisé au niveau de sa granulométrie et de sa densité. Les résultats ont montré les limites des différents systèmes actuels ainsi que les différentes pistes d'amélioration pour envisager une utilisation directe comme aide à la conduite.