

# Résumé

La diffusion Raman spontanée permet de caractériser la composition d'un système chimique avec une forte sélectivité moléculaire. Ne nécessitant pas de marqueur, elle est utilisée dans de nombreux domaines, aussi variés que la recherche biomédicale ou que le contrôle qualité industriel. Néanmoins, l'efficacité de ce simple processus est limitée par sa très faible section efficace.

Généralement, le signal Raman est dispersé et détecté par une caméra, et ce pour plusieurs positions spatiales de l'échantillon, pour *in fine* former une image hyperspectrale. Cependant, cela génère de conséquents volumes de données, ainsi que des temps d'acquisition très longs. Dans les cas où l'acquisition d'une image hyperspectrale vise à cartographier la distribution spatiale des molécules, les données spectrales sont dé-mélangées dans une étape de post-traitement, afin de détecter les espèces moléculaires présentes ou estimer leurs concentrations. Dans ces situations, l'acquisition d'un spectre Raman complet par pixel spatial semble inefficace, et des vitesses plus rapides peuvent être obtenues grâce à des techniques d'acquisition comprimées. Certaines de ces stratégies, dont la technologie Raman comprimée (CRT), utilise de l'information *a priori* sur les spectres pour intégrer la chimométrie directement dans le spectromètre: les mesures sont conçues pour sonder directement les quantités d'intérêt à estimer (ex. concentration des espèces), plutôt que de les déduire de l'image hyperspectrale. Dans CRT, la caméra est remplacée par un détecteur monocanal couplé à un filtre optique programmable. En utilisant les spectres Raman des espèces pures de l'échantillon – connus *a priori* – ces filtres sélectionnent des combinaisons de longueurs d'ondes bien choisies, qui sont ensuite sommées au niveau du détecteur.

Cette thèse développe certains aspects théoriques et technologiques du CRT, et l'applique à des applications concrètes. Dans une première partie, nous étudions la précision d'estimation atteignable par CRT, montrons que notre méthode d'estimation est efficace, et validons expérimentalement cette analyse. Dans un deuxième temps, nous comparons CRT, dans une certaine mesure, à l'état de l'art des spectromètres Raman commerciaux: Nous trouvons des avantages clairs en termes de vitesse d'acquisition et de limite de détection. Nous montrons aussi des résultats préliminaires qui suggèrent l'utilité de CRT pour certaines applications dans les domaines de l'imagerie biomédicale, de l'industrie pharmaceutique et de l'environnement. Enfin, nous utilisons l'architecture de CRT pour scanner l'échantillon ligne-par-ligne par multiplexage spatial. Nous quantifions le gain potentiel de cette approche en termes de rapport signal-sur-bruit, quand la mesure est limitée par le bruit de photon.