



RÉSUMÉ :

Dans ma thèse, j'ai étudié les propriétés d'un gaz ultra-froid de molécules diatomiques polaires d'alcalins à la fois expérimentalement et théoriquement. Dans la première partie théorique, j'ai examiné les mécanismes possibles de formation de molécules ultra-froides stables de LiCs dans des niveaux rovibrationnels très liés, par l'intermédiaire de la photo-association de paires d'atomes Li et Cs. Nous avons aussi étendu l'étude *ab initio* des propriétés électroniques de tous les dimères alcalins entreprise au Laboratoire Aimé Cotton, au calcul de leurs polarisabilités dipolaires statiques. Dans la seconde partie expérimentale, la formation de molécules LiCs ultra-froides est explorée par photo-association dans un gaz mixte d'atomes ultra-froids de Li et Cs. Nous avons amélioré la courbe de potentiel de l'état moléculaire excité $B1\Pi$, et nous avons découvert un schéma simple de formation de LiCs dans leur état fondamental absolu $X1\Sigma^+, v''=0, J''=0$. Le moment dipolaire de ces molécules dans les plus bas niveaux vibrationnels de l'état fondamental a ensuite été déterminé par spectroscopie Stark, et comparé à nos calculs théoriques. Les molécules LiCs ultra-froides ont été conservées dans un piège dipolaire quasi-électrostatique créé par un laser hors résonance. Nous avons observé un long temps de piégeage, caractérisé par une durée de vie $\tau=24(3)$ s limitée par les collisions avec les atomes du gaz résiduel. Cela nous a permis d'observer la désexcitation radiative des niveaux vibrationnels de l'état fondamental de ces molécules polaires. La section efficace de collisions inélastique ultra-froide entre molécules de LiCs dans des niveaux vibrationnels élevés de l'état fondamental et les atomes de Cs a aussi été mesurée.

Les études théoriques et expérimentales présentées dans cette thèse ouvrent la voie pour la formation d'un échantillon dense de molécules polaires ultra-froides piégées. Les résultats expérimentaux démontrent la possibilité de former un gaz de molécules polaires ultra-froides dans leur état fondamental absolu après une seule étape de photo-association. L'augmentation nécessaire des densités atomiques pour atteindre le même but dans un piège dipolaire sera obtenue après une amélioration du montage actuellement en cours de mise en place. Les interactions entre molécules polaires dans un tel gaz dense pourront être contrôlées à l'aide d'une combinaison de champs électriques statiques et variables, conformément à la proposition faite dans la première partie de la thèse, dans la perspective d'observer des phases quantiques nouvelles et des effets à N-corps.