

## Spectroscopie à haute résolution du méthyltrioxorhénium : vers une première observation de la non conservation de la parité dans les molécules chirales

C. Stoeffler, B. Darquié<sup>\*</sup>, A. Shelkownikov, C. Daussy, A. Amy-Klein, C. Chardonnet

Laboratoire de Physique des Lasers, UMR 7538 CNRS – Université Paris 13, Institut Galilée, Villetaneuse, France

<sup>\*</sup> benoit.darquie@univ-paris13.fr

Selon une proposition théorique datant de 1974 la non conservation de parité (NCP) par l'interaction faible devrait se traduire par des différences dans les spectres d'énergie de deux énantiomères d'une molécule chirale. Cet effet est cependant très fin et sa mesure, un réel défi expérimental, n'a jamais été réalisée. Le principe de l'expérience que nous proposons ici est d'enregistrer simultanément les spectres des énantiomères gauche et droit, à l'aide d'une méthode de spectroscopie de très haute résolution. Nous présentons les premières étapes vers la concrétisation d'une telle expérience, notamment la spectroscopie d'absorption laser en cellule et en jet supersonique d'une molécule test, le méthyltrioxorhénium (MTO).

Nous développons actuellement une expérience de spectroscopie moléculaire rovibrationnelle (autour de 10 $\mu$ m) en jet supersonique, s'appuyant sur la technique de très haute résolution des franges de Ramsey à 2 photons. En sondant dans un même dispositif expérimental un jet alternativementensemencé de molécules droites et gauches, et grâce à notre expertise en matière de contrôle de la fréquence absolue des lasers CO<sub>2</sub> d'interrogation, nous devrions atteindre une sensibilité de 10<sup>-15</sup> sur la mesure de la différence de fréquences entre énantiomères [1]. En outre, des travaux théoriques récents [1] prédisent un effet de NCP de quelques Hz (10<sup>-13</sup>) pour des molécules organométalliques et nous permettent d'envisager la 1<sup>ère</sup> observation de la NCP moléculaire.

Ce projet est rendu possible grâce à une forte collaboration réunissant théoriciens et expérimentateurs, chimistes, spectroscopistes et physiciens. Un point essentiel est de cibler une molécule candidate qui soit stable, facile à synthétiser et à séparer en forme droite et gauche, possédant un effet de NCP mesurable, et à partir de laquelle il soit possible de réaliser un jet supersonique intense et froid.

Nous nous concentrons actuellement sur le MTO, molécule test idéale, parente des molécules chirales candidates en cours de synthèse envisagées pour le test de NCP [1-2]. Nous avons récemment obtenu nos premiers spectres de MTO autour de 975 cm<sup>-1</sup>. Des spectres d'absorption saturée à ultra-haute résolution en cellule à ~300K (Fig. 1), ainsi que des spectres d'absorption linéaire en jet supersonique sur le dispositif destiné à l'observation de la NCP ont pu être enregistrés. Par ailleurs, une analyse combinée de ces résultats et de données obtenues par nos collaborateurs, par spectroscopie à transformée de Fourier infrarouge et micro-onde, a mené à la détermination précise des paramètres spectroscopiques du MTO (incluant la structure hyperfine) [2]. Ce travail montre la faisabilité et l'efficacité de la méthode qu'il faudra reproduire avec les molécules candidates, afin d'identifier les transitions les plus favorables à l'observation de la NCP.

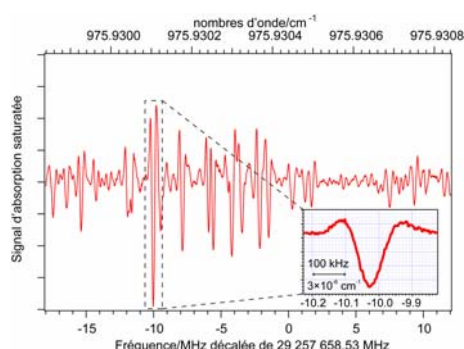


Fig. 1: Spectre d'absorption saturée du MTO en cellule à 300K (détecté en harmonique 2 après modulation de fréquence).

Dans l'attente des échantillons chiraux, nous travaillons à l'amélioration du rapport signal sur bruit de nos spectres en jet. Un gain d'un facteur 6 a d'ores et déjà été obtenu, grâce à l'adjonction d'une cellule multipassage, dans laquelle le faisceau du laser CO<sub>2</sub> croise 9 fois le jet. Cela permet d'envisager des expériences d'absorption saturée de très haute résolution en jet, nouvelle étape vers l'observation de la NCP moléculaire.

### Références

- [1] B. Darquié et al, "Progress Toward the First Observation of Parity Violation in Chiral Molecules by High-Resolution Laser Spectroscopy," *Chirality* **22**, pp. 870-884 (2010).
- [2] C. Stoeffler et al, "High resolution spectroscopy of methyltrioxorhenium: towards the observation of parity violation in chiral molecules," *Phys. Chem. Chem. Phys.* **13**, pp. 854-863 (2011).