

# Assembling and characterizing an External-Cavity Diode Laser

Maxime Bellouvet<sup>1</sup>

Internship realized under the supervision of Simon Bernon<sup>2</sup>  
at the Laboratoire Photonique, Numérique et Nanosciences (L2PN),  
Univ. Bordeaux – CNRS – IOGS, F-33400 Talence, France

<sup>1</sup>maxime.bellouvet@etu.u-bordeaux.fr

<sup>2</sup>simon.bernon@institutoptique.fr

## Abstract

The field of ultra-cold atomic Physics has been developing for a few decades. Cooling atoms allows the simulation of quantum systems in order to better understand the behavior and properties of condensed matter for instance. The project in which I work aims to simulate two-dimensional electron gases to study different problems (e.g. the Fermi-Hubbard model, Dirac points, frustrated magnetic orders,...). Since electrons are fermions, cooling fermionic atoms at very low temperatures makes it possible. In this experiment, potassium 40 atoms are cooled down by a laser. My internship consists in developing and building an External Cavity Diode Laser (ECDL) which will be used as the master laser to manipulate these <sup>40</sup>K atoms. The ECDL architecture really matters since the laser requires a stabilized frequency and a narrow linewidth. Consequently the laser diode and the external cavity are temperature-locked to avoid thermal drifts so frequency fluctuations. An interference filter and the out-coupler mirror fixed on a piezoelectric transducer provide respectively wavelength selectivity and coarse frequency adjustment. The ECDL frequency is locked to sub-Doppler lines of the <sup>39</sup>K D2 transition by saturated absorption spectroscopy. Varying the diode current allows a fine frequency adjustment. If time permits, I will study another architecture where the interference filter is replaced by a glass plate to reduce experimental costs.

**Keywords** : diode laser, external cavity, ECDL, laser cooling, temperature lock, stability, tunability

## Résumé

Le domaine de la Physique atomique connaît un fort développement depuis quelques décennies. Refroidir des atomes permet la simulation de systèmes quantiques de façon à mieux comprendre le comportement et les propriétés de la matière condensée. Le projet auquel je participe vise à simuler des gaz d'électrons bidimensionnels permettant l'étude de différents problèmes (modèle Fermi-Hubbard, points de Dirac, ordres magnétiques frustrés, etc...). Puisque les électrons sont des fermions, refroidir des atomes fermioniques à très basses températures rend cette simulation possible. Dans cette expérience des atomes de potassium 40 sont refroidis par des lasers. Mon stage consiste à développer et monter une Diode Laser en Cavité Externe (ECDL) qui sera utilisée comme laser maître pour les autres lasers du projet qui permettront la manipulation de ces atomes <sup>40</sup>K. L'architecture de ce laser est très importante car ce dernier doit être stable en fréquence et posséder une fine largeur spectrale. Pour cela la diode et la cavité externe sont stabilisées en température pour éviter des dérives thermiques et donc de fréquence. Un filtre interférentiel et le miroir de sortie fixé sur un piezo-électrique permettent respectivement la sélection de la longueur d'onde d'émission et un réglage grossier de la fréquence associée. La fréquence de l'ECDL est asservie sur les niveaux hyperfins de la transition D2 du <sup>39</sup>K par spectroscopie d'absorption saturée. Faire varier le courant de la diode permet un ajustement fin de la fréquence. Si le temps le permet, je me pencherai sur une autre architecture pour le laser où le filtre interférentiel est remplacé par une lame de verre afin notamment de réduire les coûts expérimentaux.

**Mots clés** : diode laser, cavité externe, ECDL, refroidissement laser, asservissement température, stabilité, accordabilité