



HAL
open science

Interaction d'ions piégés avec le rayonnement IR accordable d'un laser à électrons libres

Joël Lemaire, Fabrice Boyrie, Luke Macaleese, Pierre Boissel, François Glotin,
Jean-Michel Ortega, Philippe Maitre

► **To cite this version:**

Joël Lemaire, Fabrice Boyrie, Luke Macaleese, Pierre Boissel, François Glotin, et al.. Interaction d'ions piégés avec le rayonnement IR accordable d'un laser à électrons libres. 1er Symposium de Chimie et Biologie Analytiques (SCBA), 22èmes Journées de la Société Française de Spectrométrie de masse (JFSM 2005), Sep 2005, Montpellier, France. <hal-04216438>

HAL Id: hal-04216438

<https://hal.science/hal-04216438v1>

Submitted on 24 Sep 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

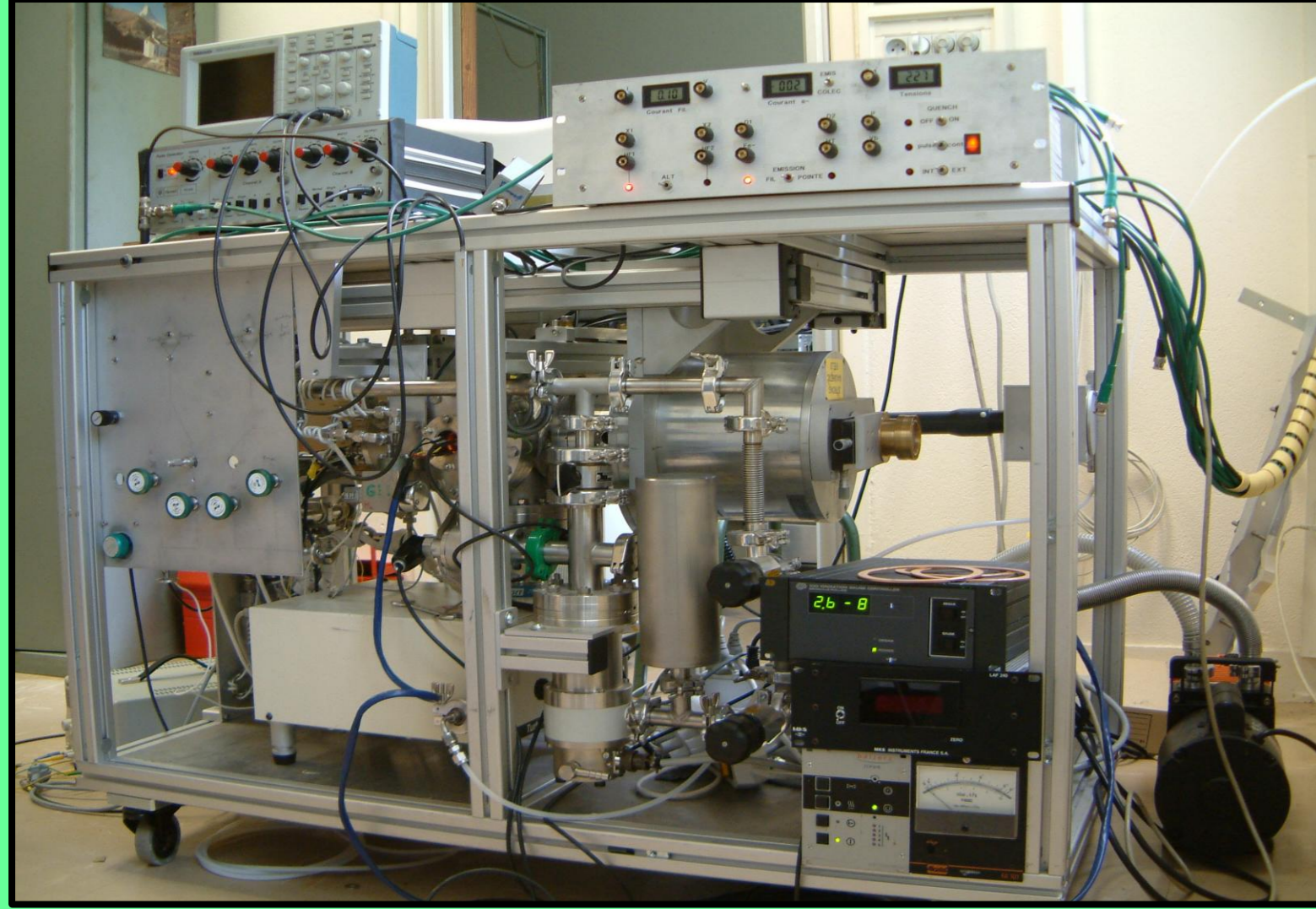
Interaction d'ions piégés avec le rayonnement IR accordable d'un laser à électrons libres

Joël LEMAIRE¹, Fabrice BOYRIE¹, Luke MacALEESE¹, Pierre BOISSEL¹, François GLOTIN², Jean-Michel ORTEGA², Philippe MAÎTRE¹

1 : Laboratoire de Chimie Physique, UMR 8000, Bâtiment 350, Université de Paris 11, 91405 Orsay, France

2 : CLIO-LURE UMR 130, Bâtiment 209D, Université de Paris 11, 91405 Orsay, France

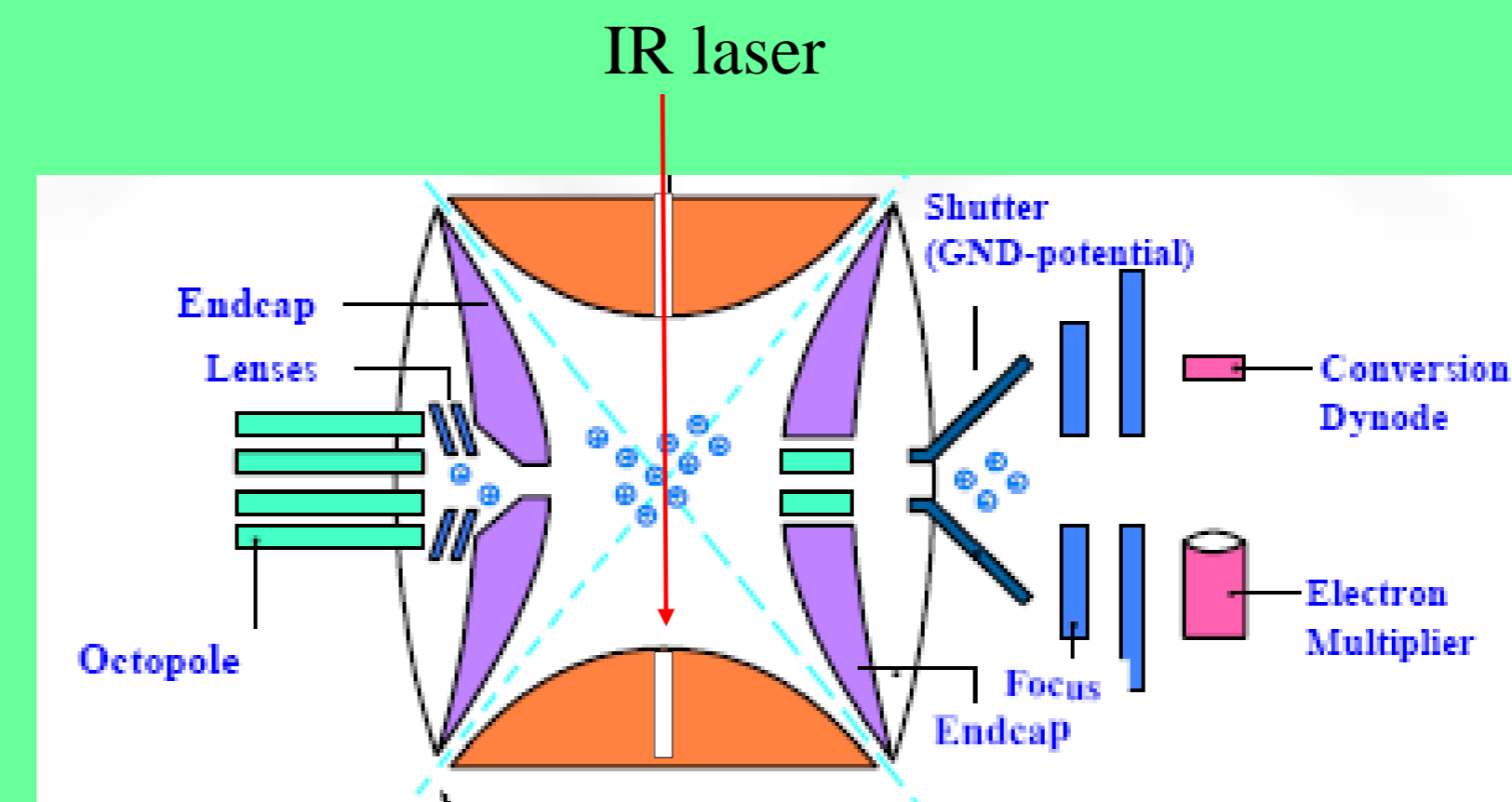
Micra



Le FTICR transportable MICRA est basé sur l'utilisation d'un aimant permanent structuré produisant un champ magnétique intense (1.25 T) et homogène.

Les ions peuvent être formés par impact électronique, par réaction ion molécule, par ablation ion molécule, par MALDI à proximité de la cellule.

Esquire



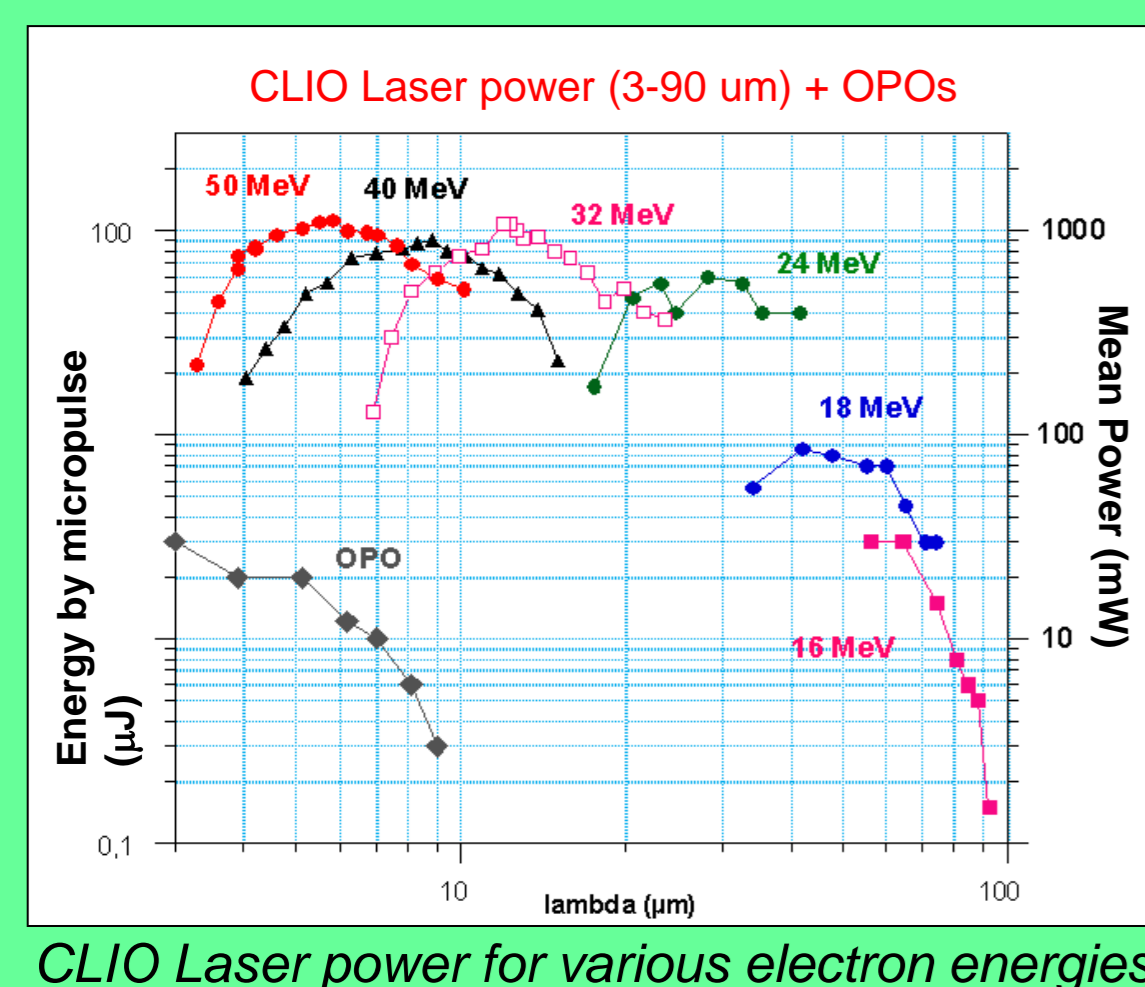
Le piège RF Esquire 3000+ Permet de détecter les ions formés par électrospray dans la gamme de masse 50-3000 u

(gamme étendue 200-6000)

Avec une résolution de 0.15 u Les ions accumulés dans le piège et sélectionnés en masse sont irradiés au sein du piège RF puis l'ensemble des ions produits sont détectés.

Le couplage avec le laser infrarouge est réalisé à travers deux trous percés dans la ring électrode.

Clio



CLIO Laser power for various electron energies

Le laser à électrons libres CLIO fournit un rayonnement intense et accordable dans l'infrarouge.

Caractéristiques principales :

- couvre le domaine du « molecular fingerprint » de **100 à 3000 cm⁻¹**
- c'est une source continûment et rapidement accordable (quelques secondes pour changer de λ)
- la largeur spectrale est de l'ordre de 0.5 % de la longueur d'onde centrale (ce qui correspond à des largeurs laser $\Delta\sigma$ de l'ordre de 5 à 10 cm⁻¹ sur les spectres présentés).
- Structure temporelle : macroimpulsions de 10 μ s à 25Hz composées d'un train de 500 microimpulsions d'une picoseconde
- puissance élevée (>1W de puissance moyenne)

Modélisation de l'IRMPD

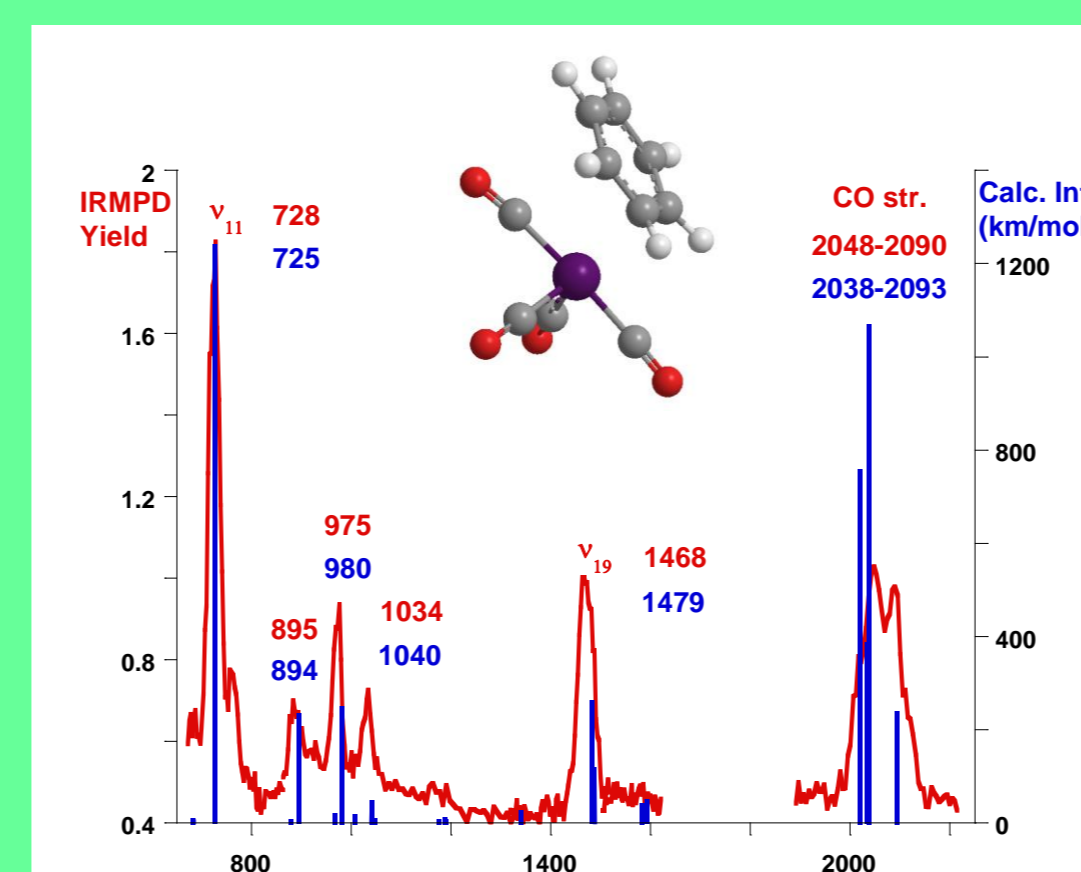
La modélisation du processus de dissociation multiphotonique permet de rendre compte de l'influence des différents paramètres :

- recouvrement faisceau laser/paquet d'ions
- puissance du laser, durée d'irradiation
- section efficace d'absorption
- énergie de dissociation
- condition de focalisation
- température du paquet d'ion

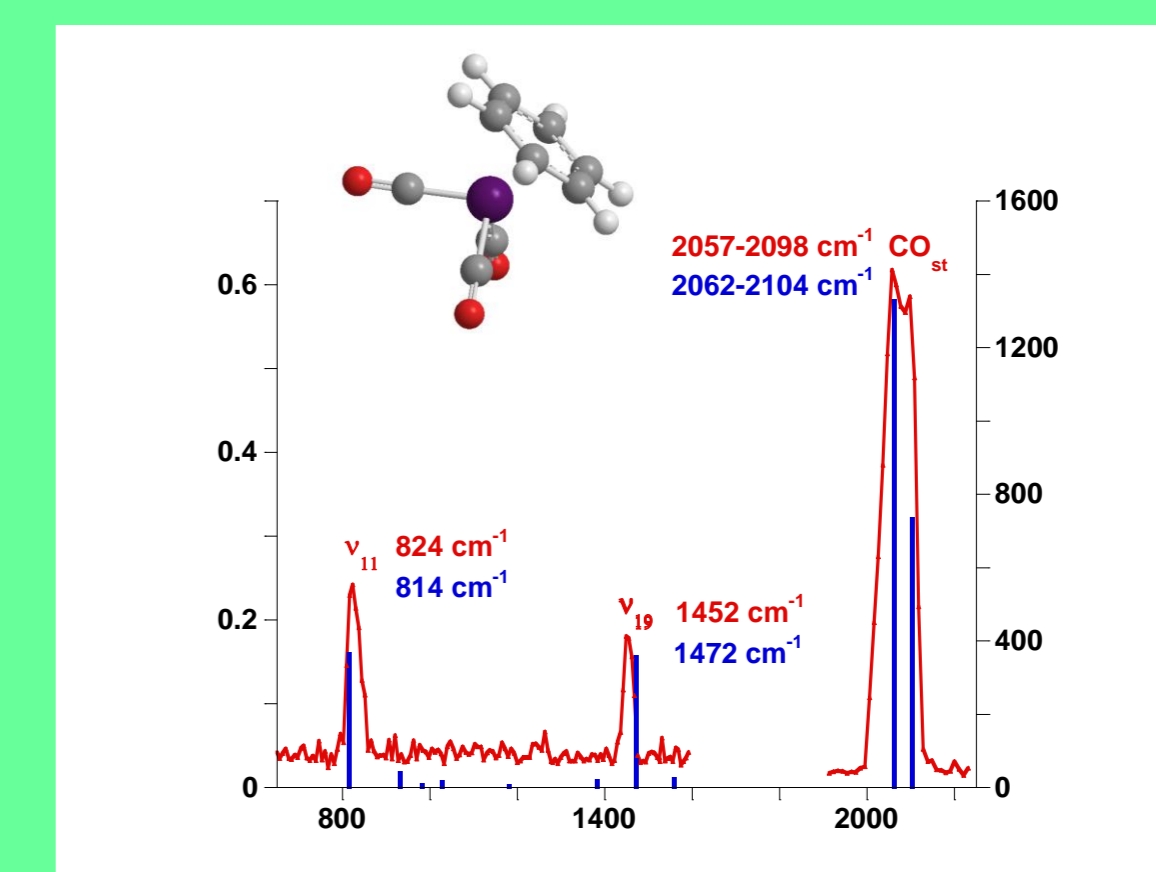
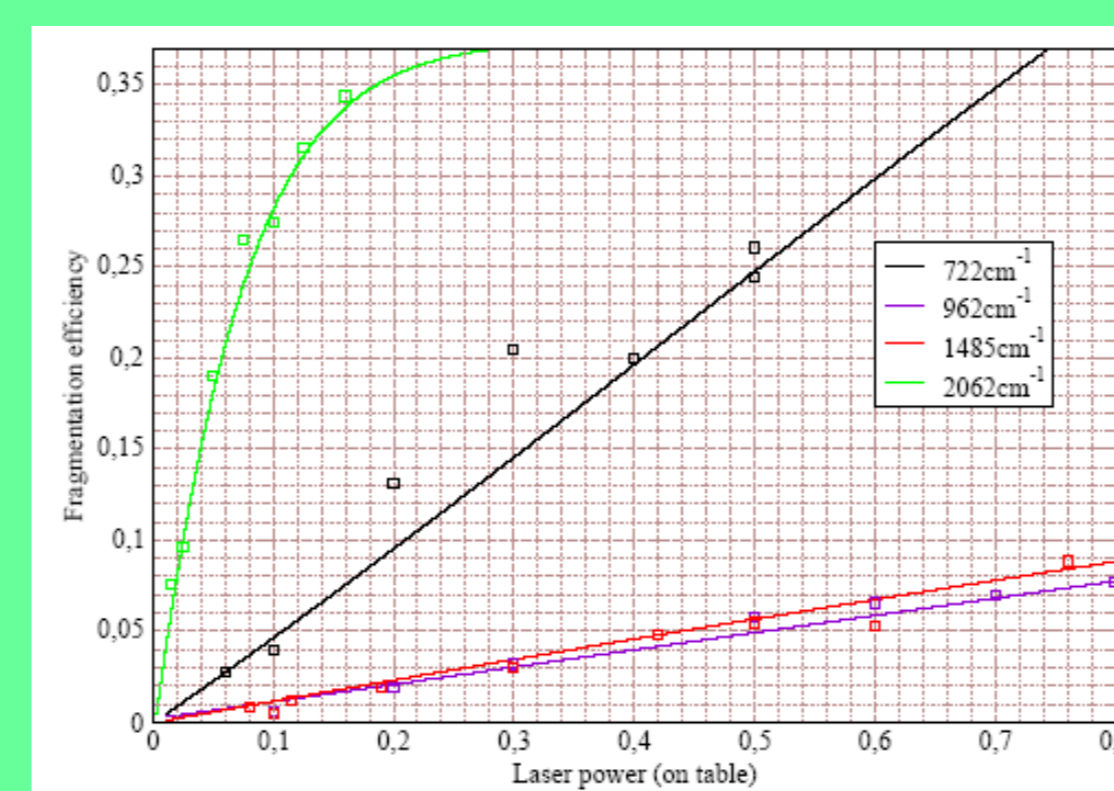
Elle permet de rendre compte des variations de l'efficacité de dissociation en fonction de la puissance laser ou en fonction du nombre de macroimpulsions utilisées pour irradier les ions.

Elle est réalisée en tenant compte de la structure temporelle particulière de CLIO et en traitant séparément

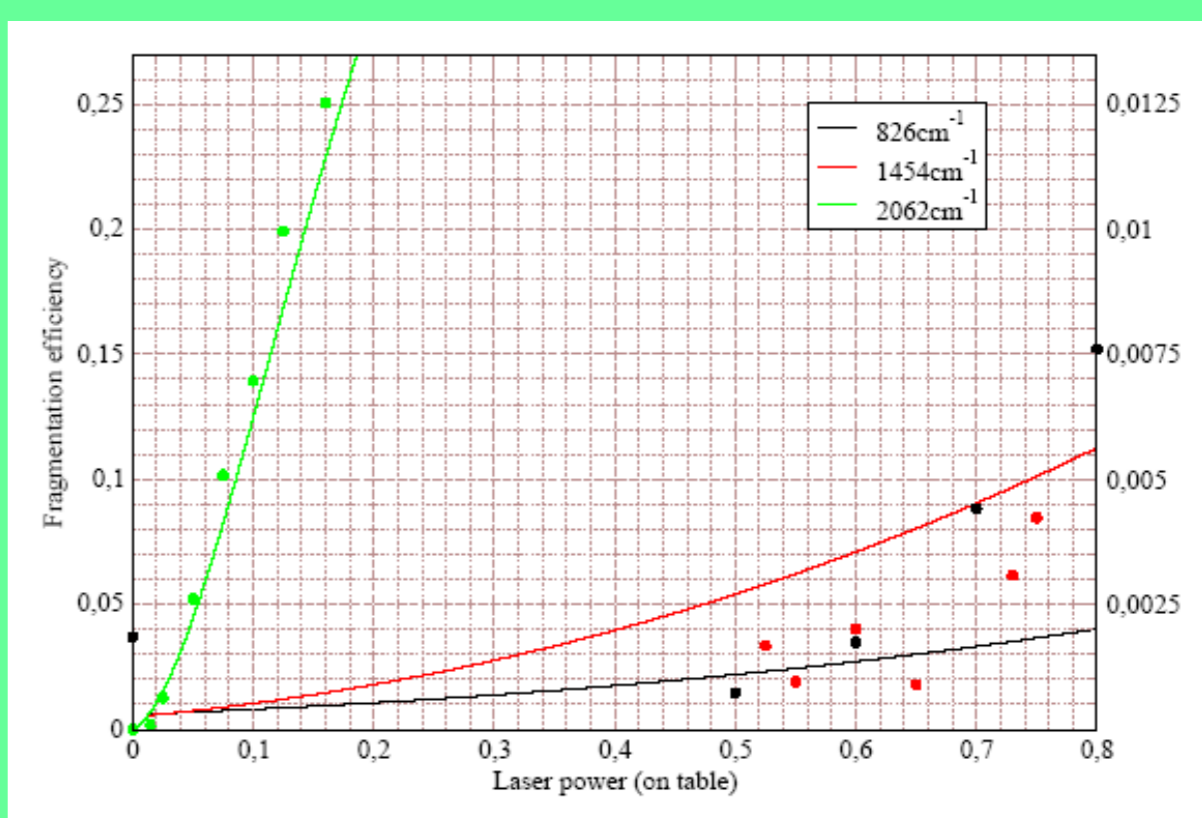
- la microimpulsion (absorption/emission stimulée)
- entre deux microimpulsions (IVR – dissociation)
- entre macroimpulsions (refroidissement par émission spontanée)



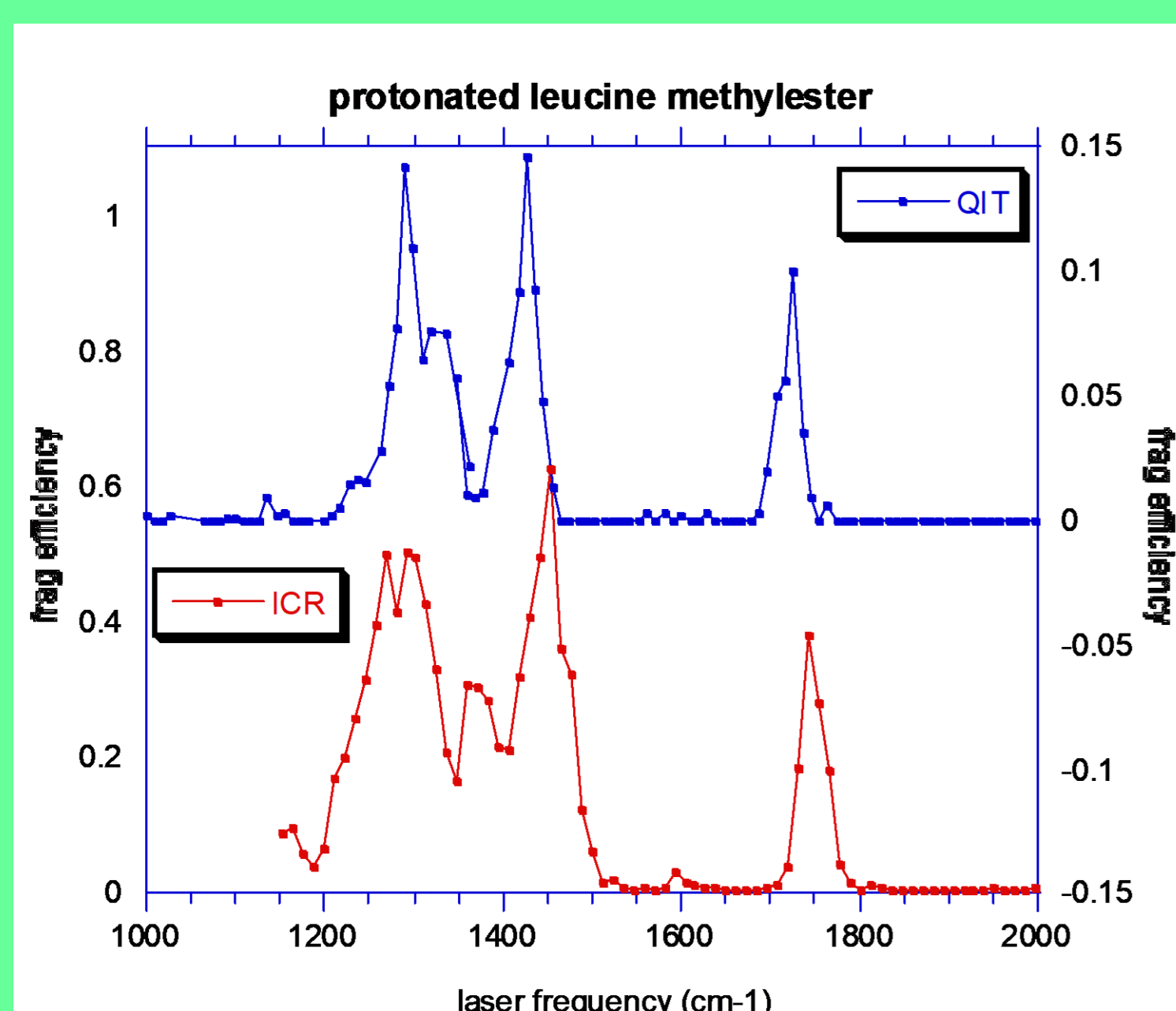
MnBz(CO)₄⁺



MnBz(CO)₃⁺



Comparaison des résultats obtenus avec les 2 instruments avec le methyl ester de leucine protoné



Dans le FTICR l'acide aminé protoné est formé par MALDI avec le 3ème harmonique d'un laser YAG (355 nm). La cible est constituée d'une pastille compressée d'un mélange amino-acide/acide alpha cyano cinnamique.

Dans le piège RF Esquire les ions sont introduits par électrospray d'une solution aqueuse de l'acide aminé à une concentration de 10⁻⁵ mol/L

Une efficacité de fragmentation plus grande est obtenue dans le piège radiofréquence dans lequel l'extension spatiale du paquet d'ion est plus réduite (en présence d'un gaz tampon, He à 10⁻³ Torr) qui thermalise efficacement les ions.

remerciements

Nous remercions le Pole Laser de l'Université Paris Sud 11 (Pola) pour le financement de l'Esquire

Ainsi que Manuel Chapelle, Alexandre Verdu, Andreas Brekenfeld (Bruker Daltonique) pour leur aide dans l'installation de l'Esquire

Perspectives

En 2006 une plate forme expérimentale basée sur un FTICR supraconducteur 7 Tesla comprenant une source électrospray et une source de clusters métalliques sera mise en place auprès du laser à électrons libres CLIO.

Ce nouveau dispositif permettra de combiner dissociation par capture d'électrons (ECD) et par absorption multiphotonique dans l'infrarouge (IRMPD) dans un environnement contrôlé en température (20K-300K).