



**HAL**  
open science

## Etude expérimentale de fantômes bi-modalités en imagerie photoacoustique multispectrale

Maxime Vallet, F Varray, B Montcel, J Boutet, D Vray

### ► To cite this version:

Maxime Vallet, F Varray, B Montcel, J Boutet, D Vray. Etude expérimentale de fantômes bi-modalités en imagerie photoacoustique multispectrale. Journées d'imagerie optique non conventionnelle - 9e édition, Mar 2014, Paris, France. hal-01102780

**HAL Id: hal-01102780**

**<https://hal.science/hal-01102780>**

Submitted on 13 Jan 2015

**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.

## Introduction

### Contexte

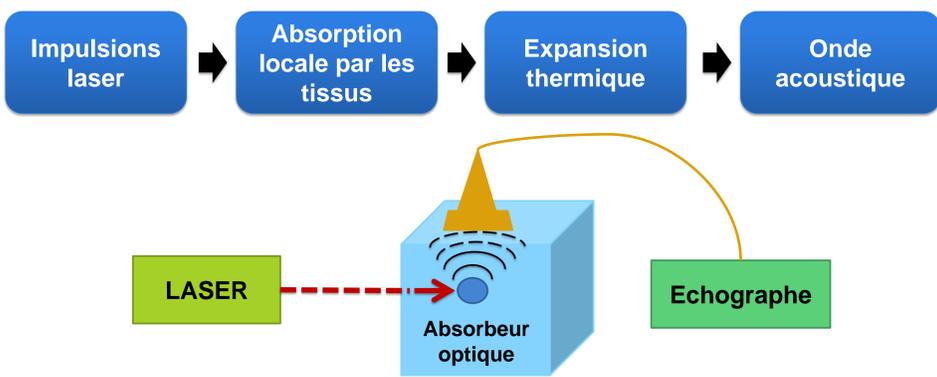
L'imagerie photoacoustique (PA) est une modalité d'imagerie récente possédant les avantages des deux modalités d'imagerie dont elle est issue, notamment la résolution des ultrasons (US) et le contraste de l'optique [1]. Grâce à une illumination laser multispectrale, il est possible d'identifier et de différencier des absorbeurs optiques présents dans les tissus biologiques [2]. Dans ce contexte, nous avons récemment développé un banc expérimental d'imagerie PA avec une excitation laser réglable en longueur d'onde.

### Objectifs

Nous montrons ici l'intérêt d'une excitation laser multispectrale pour la localisation et la séparation d'absorbeurs optiques présents dans des fantômes bi-modalités, en imagerie PA.

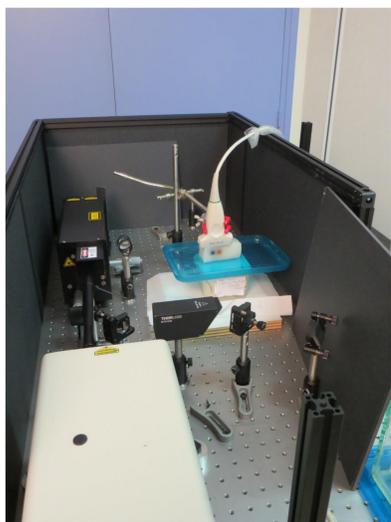
## Principe de l'imagerie photoacoustique

### Génération d'ultrasons avec de la lumière



## Matériel

### Banc expérimental



#### Excitation laser

Nd:YAG (INDI 40, SpectraPhysics)

- PRF = 10 Hz
- Longueurs d'ondes : 532 et 1064 nm
- Energie : 40 mJ / impulsion
- Diamètre du faisceau ≈ 1 cm

#### Réception acoustique

Sonix RP + SonixDAQ (Ultrasonix)

- Sonde linéaire (L14-5W/60)
- Fréquence centrale : 7,5 MHz
- Pitch : 472 μm
- 128 lignes RF acquises en parallèle
- Fréquence d'acquisition : 40 MHz

## Fantômes

**Composition :** Inclusions d'agar + absorbeur optique, le tout dans de l'agar

### Absorbeurs optiques

- Capsanthine (paprika)
- Graphite

### Milieu environnant

- Agar-agar (3%)
- Silice (1%)



### Propriétés [3]

#### Acoustiques

Vitesse de propagation dans l'agar ≈ 1480 m.s<sup>-1</sup>

#### Optiques

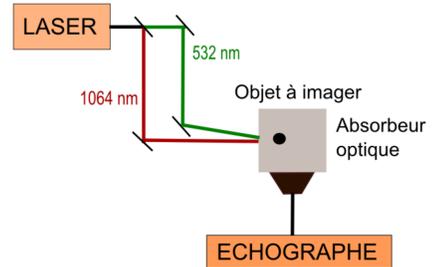
Milieu : μ<sub>a</sub> << 1 cm<sup>-1</sup>, μ<sub>s</sub>' ≈ 6 cm<sup>-1</sup>

## Méthode

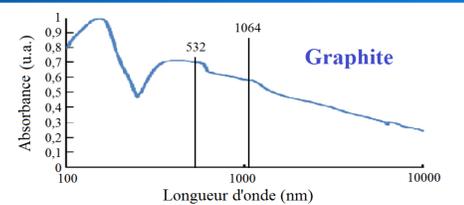
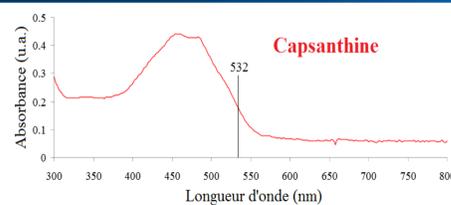
Pour chaque fantôme :

- Image échographique (mode B)
- Images PA à 1064 nm
- Images PA à 532 nm

Reconstruction des images US par la méthode k-Wave [4].



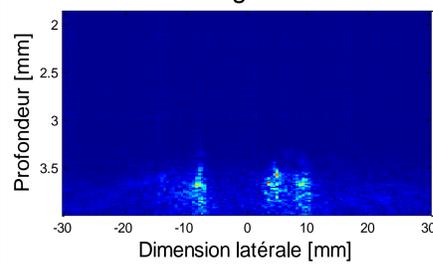
## Résultats



### Barres

#### A 532 nm

Image PA



#### A 1064 nm

Image PA

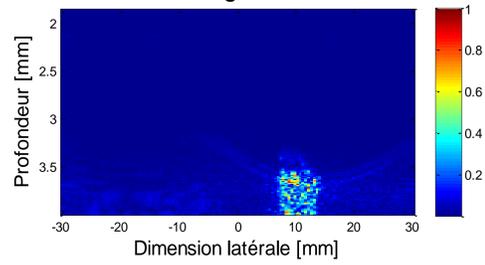


Image PA+US

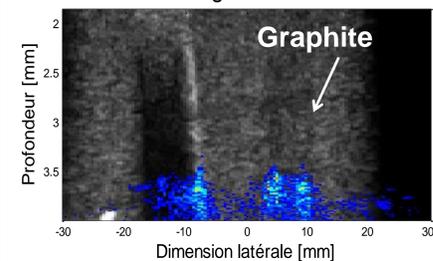
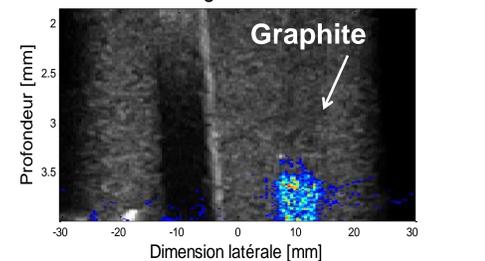


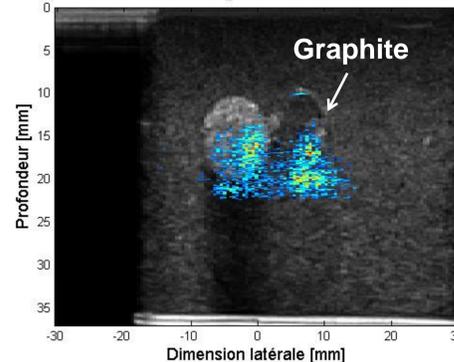
Image PA+US



### Inclusions sphériques

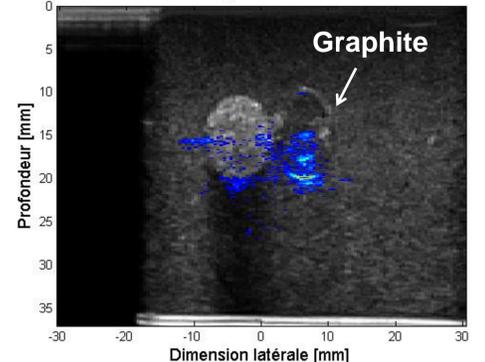
#### A 532 nm

Image PA+US



#### A 1064 nm

Image PA+US



## Conclusion

- Le choix de la longueur d'onde permet de localiser un absorbeur spécifique
- Une excitation laser multispectrale permet de séparer deux absorbeurs
  - ➔ identification d'un absorbeur optique à partir du signal PA reçu
  - ➔ obtention d'informations fonctionnelles à partir des tissus biologiques
- Perspectives : multiplier le nombre de longueurs d'ondes d'excitation laser, même à plus faible énergie.

### Références

- [1] M. Xu, L. V. Wang, Photoacoustic imaging in biomedicine, *Review of Scientific Instruments*, **77**, (2006).  
 [2] D. Razansky et al., Multispectral photoacoustic imaging of fluorochromes in small animals, *Opt. Lett.*, **32**(19), (2007).  
 [3] K. Zell et al., Acoustical properties of selected tissue phantom materials for ultrasound imaging, *Phys. Med. Biol.*, **52** (2007).  
 [4] B. E. Treeby, B. T. Cox, k-Wave: MATLAB toolbox for the simulation and reconstruction of photoacoustic wave fields, *JBO*, **15** (2), (2010).

Remerciements : Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier des LABEX CELYA et PRIMES (ANR-11-LABX-0063 et ANR-10-labx-0060) de l'Université de Lyon, dans le cadre du programme "Investissements d'Avenir" (ANR-11-IDEX-0007) géré par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).