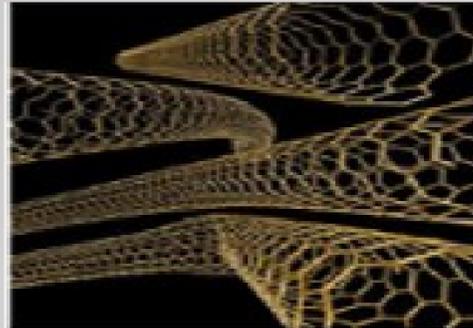


Optimisation de la mesure de température de paroi par thermographie de luminophores

Manuel KUHNI - Ewen DANIEL 12/07/2024

CETHIL (Centre d'Energétique et de Thermique de Lyon)

MINT
(Micro et nanothermique)



Nano_tubes of carbone

FPC
(Fluides, polymères et composites)



Buildings, Cities

ThEBE
(Thermique et énergétique des bâtiments et de leur environnement)

Spécificités et points clés

Large gamme de **températures**
Large gamme d'échelles spatiales

- Continuum

Phénomènes couplés

- Complexité

Différentes applications

- Industrie
- Electronics
- Transport
- Bâtiment



Ice (270K)



Fire (2000K)

EHTIS
(Thermique et énergétique des systèmes industriels)

MRTR
(Milieux réactifs et transferts radiatifs)

Environ 120 personnes réparties sur 5 thèmes



Milieux Réactifs et Transferts Radiatifs

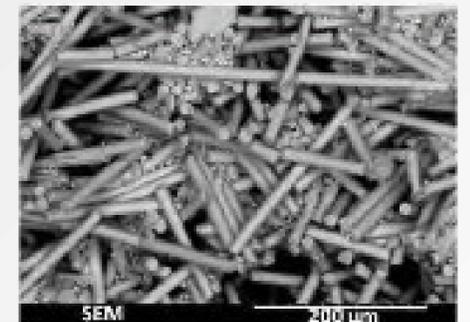
Domaines d'activités

Étude de milieux complexes pour la compréhension et la modélisation de phénomènes physiques couplés :

- Rôles des transferts thermiques, dont le rayonnement
- Couplages hautes températures écoulements / matériaux
- Problématique des écoulements réactifs confinés

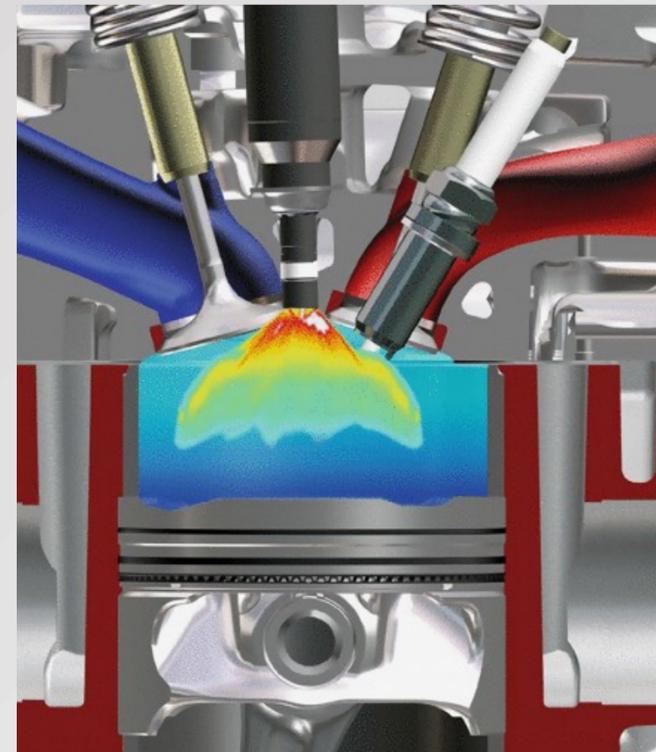
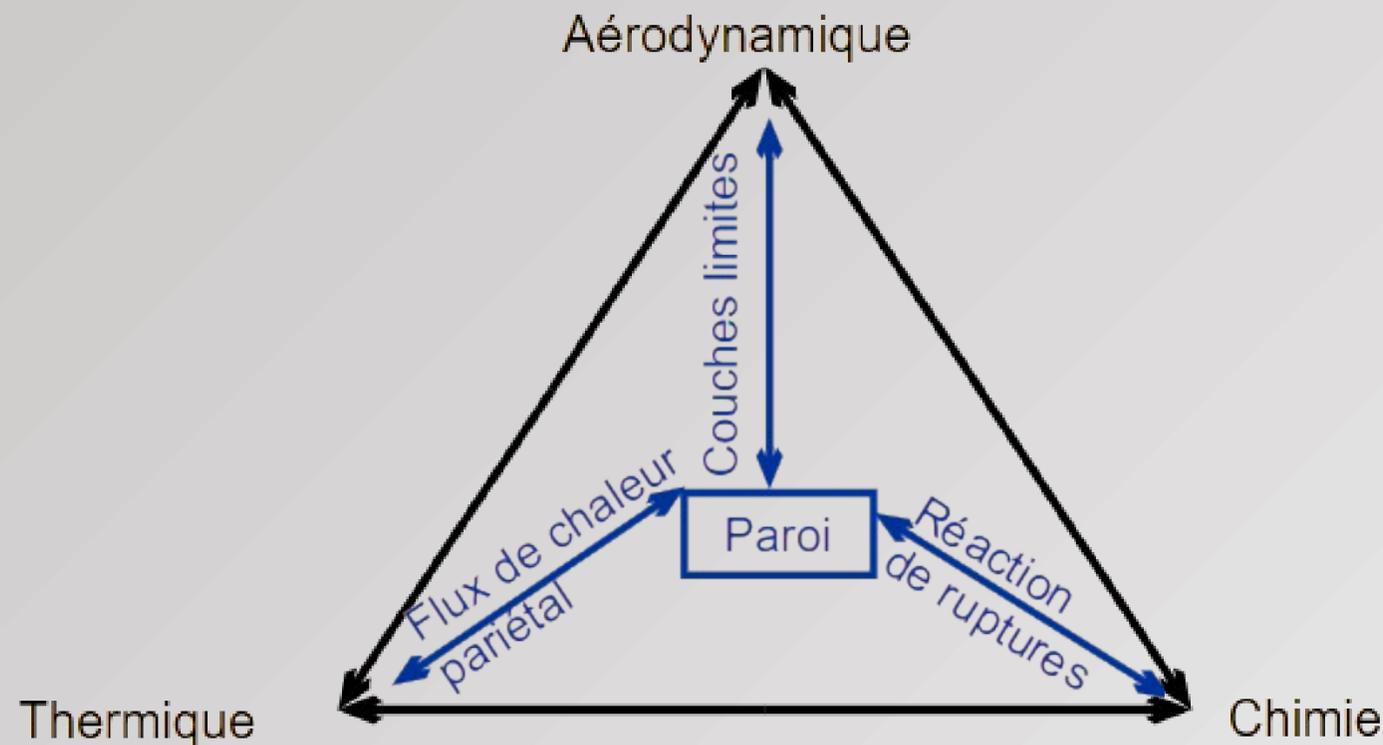
Compétences et complémentarités

- Spécificités du thème
 - Étude du rayonnement des gaz et dans les milieux poreux, fibreux et multicouches
 - Analyse physique des mécanismes d'interaction milieux réactifs – matériaux
- Approches expérimentales et numériques articulées
 - Expérimentales : développement de bancs et nouveaux diagnostics pour la caractérisation haute température haut flux des matériaux et des dispositifs de combustion
 - Modélisation des propriétés radiatives des gaz et des milieux réactifs (combustion et atmosphère)



Problématique : combustion en milieu confinés

Challenges pour l'amélioration de la combustion : Stabilisation et minimisation des émissions polluantes en fonctions de combustibles utilisés dans les milieux confinés.



Interaction flamme/paroi

- Dynamique de flamme
 - courbure, FSD
- Couche limite
 - viscosité, thermique
- Flux de chaleur
 - Température de surface

LIP

Température de surface

- semi invasive

Développement de

diagnostic :

- implémentation

Nouveau combustible

Effet du nombre de Lewis

- courbure
- Vitesse de flamme, Tad...

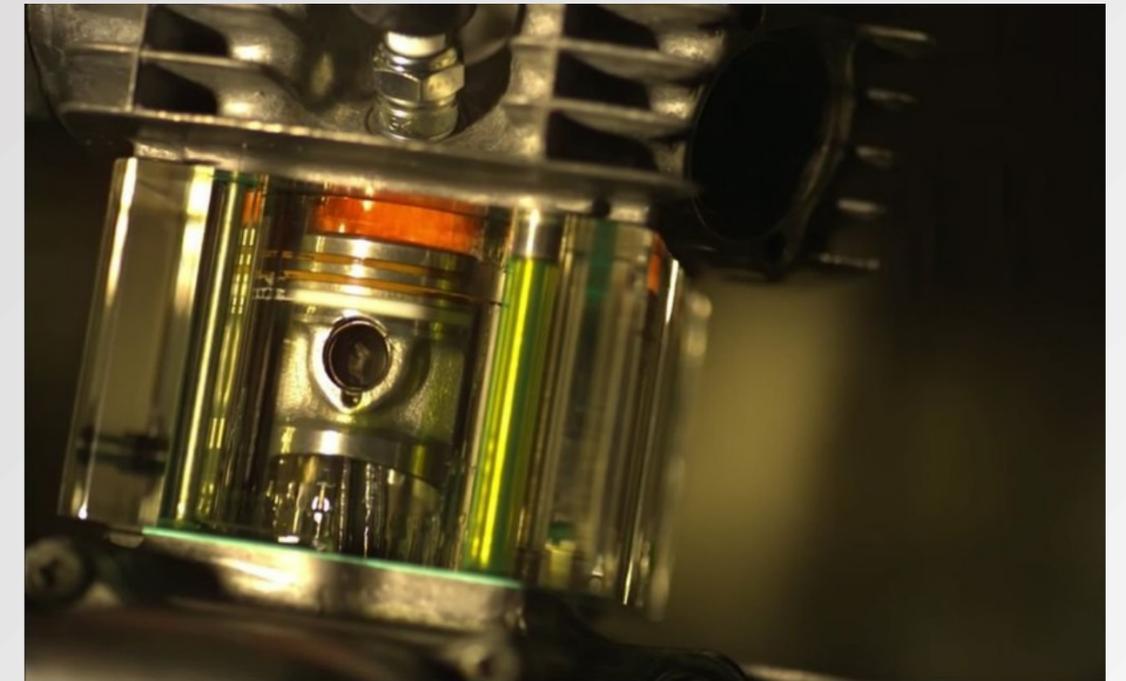
INTRODUCTION

Les méthodes non-intrusives

Contrairement aux mesures intrusives (thermomètre, thermocouple...), elles ne perturbent pas la mesure.

Elles permettent une mesure dans des environnements complexes (cylindre moteur, flamme, etc...)

De plus elles offrent une bonne sensibilité temporelle.

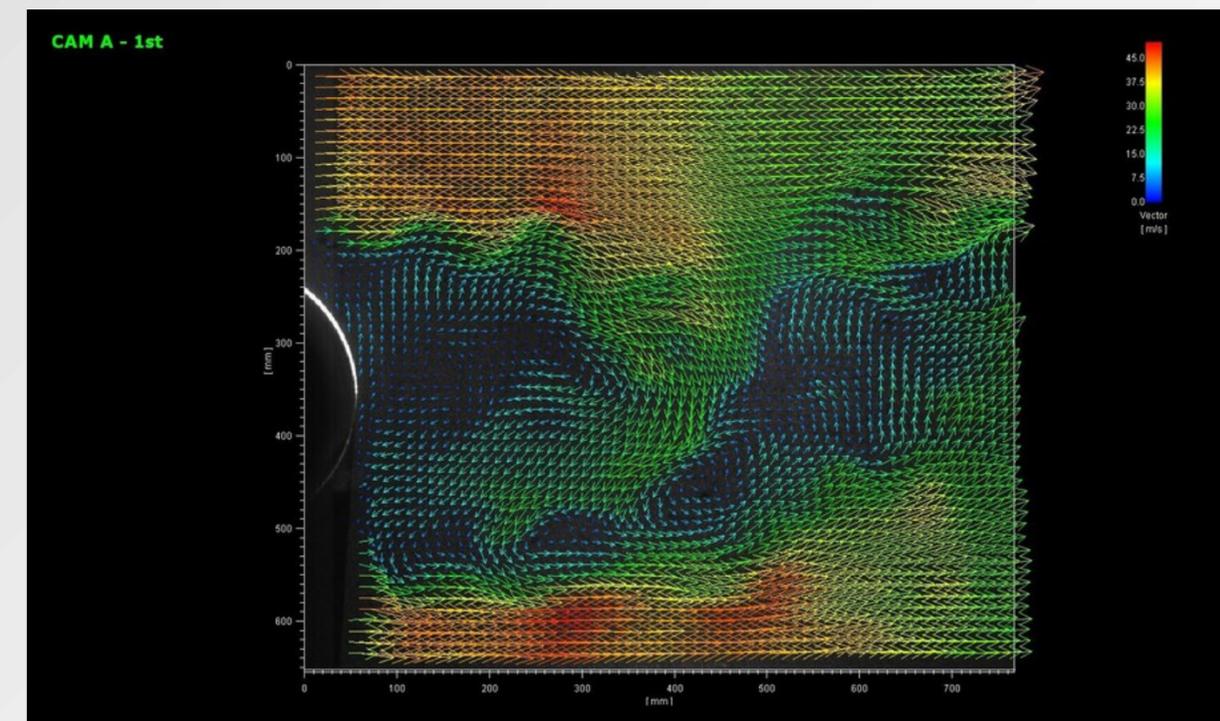
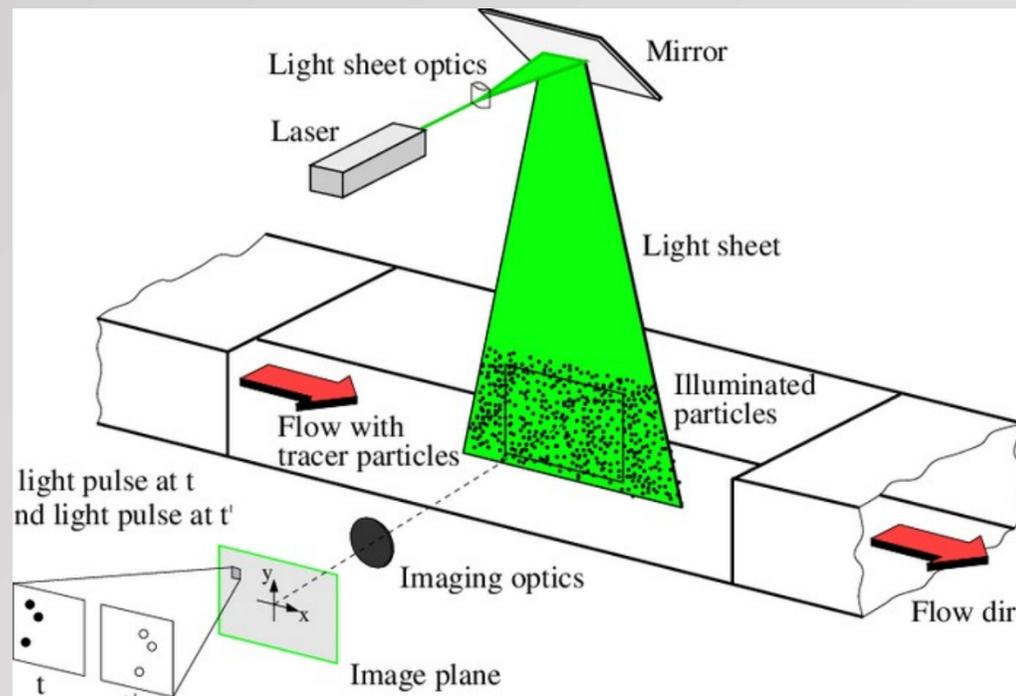


Différentes méthodes

Imagerie Infra-rouge



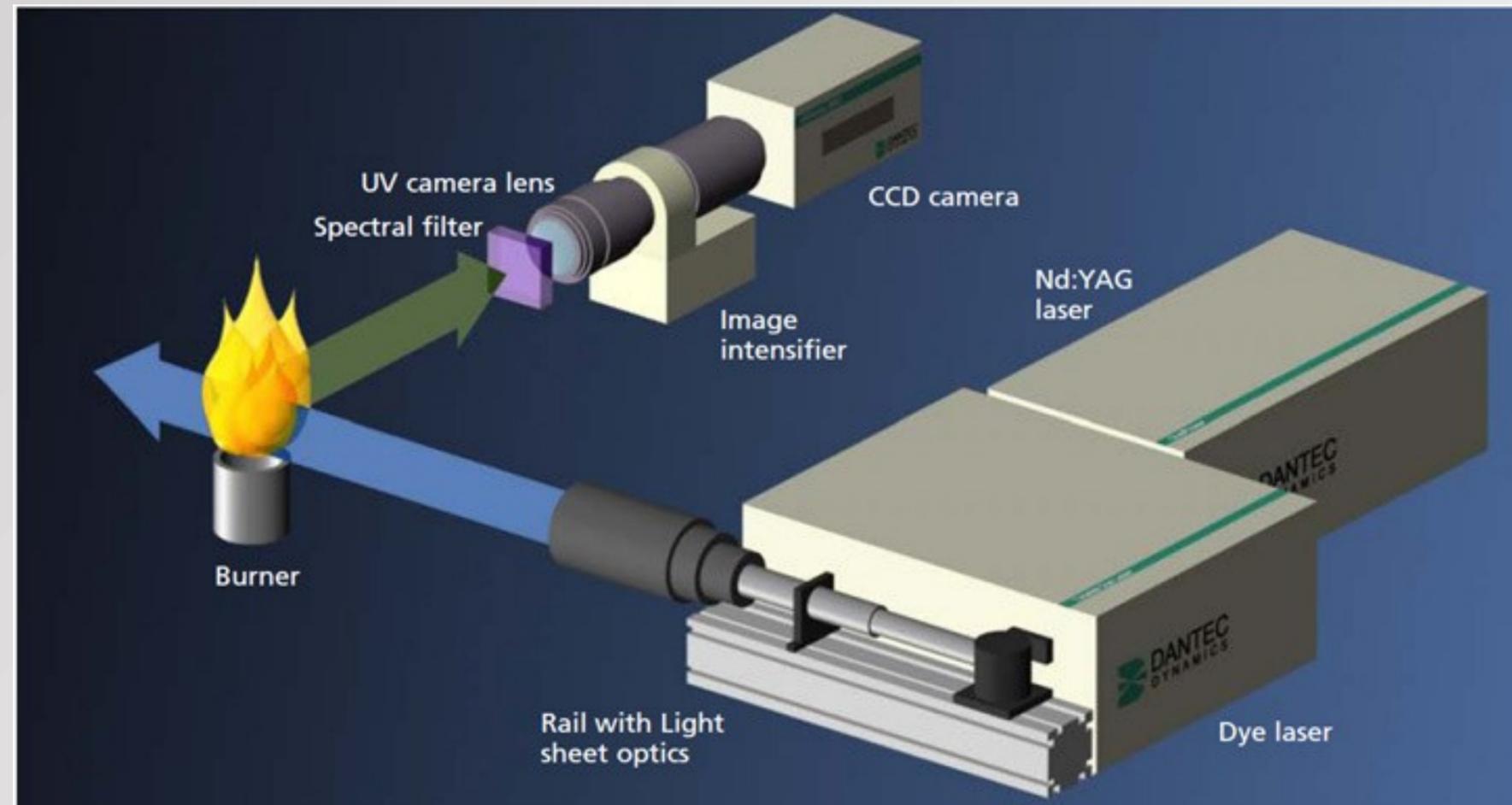
PIV (Particle Image Velocimetry)



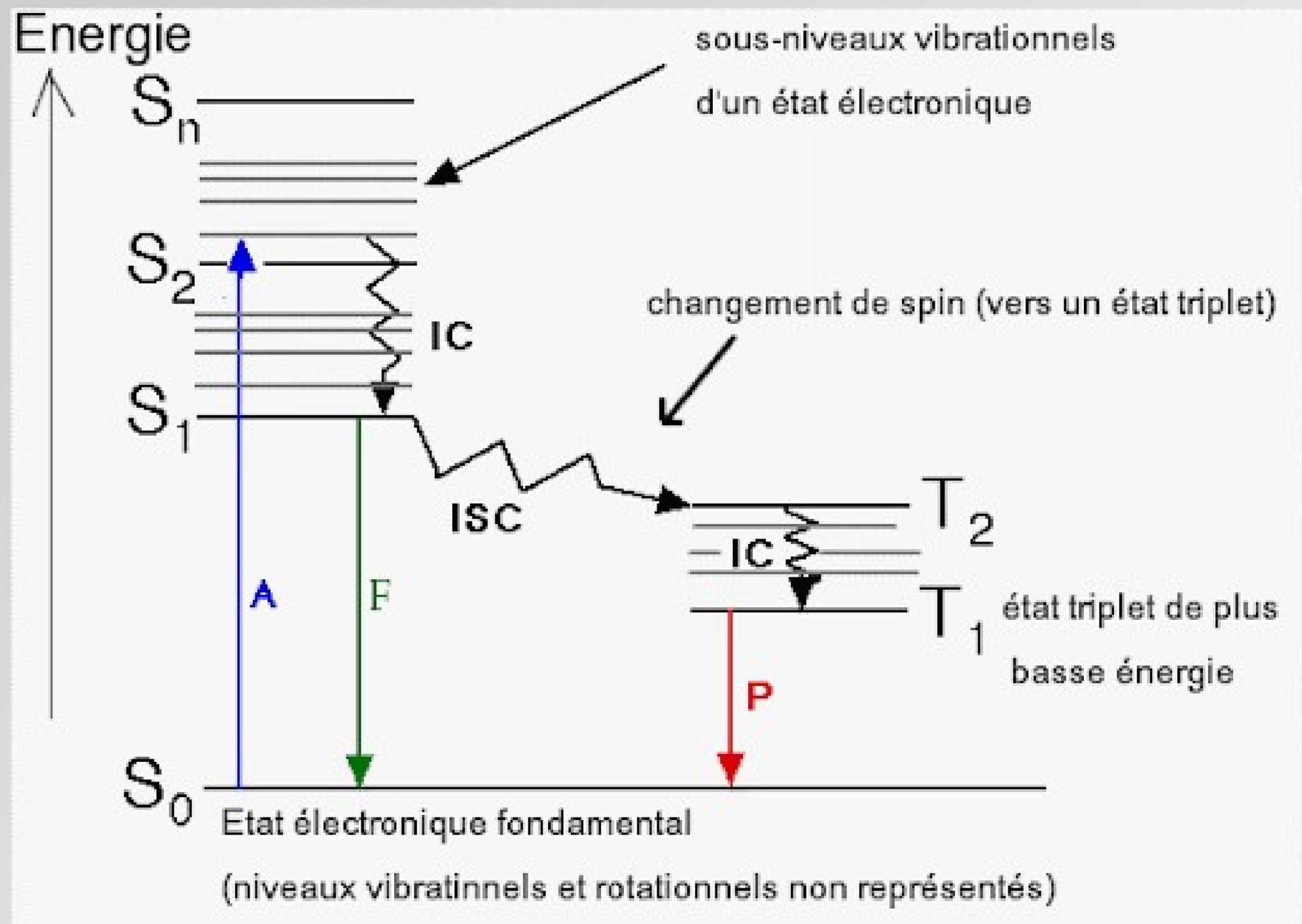
Différentes méthodes

Laser Induced Fluorescence / Phosphorescence

Les deux méthodes sont semblables en termes de mise en place, les différences portent sur les réactifs et le temps de réponse.



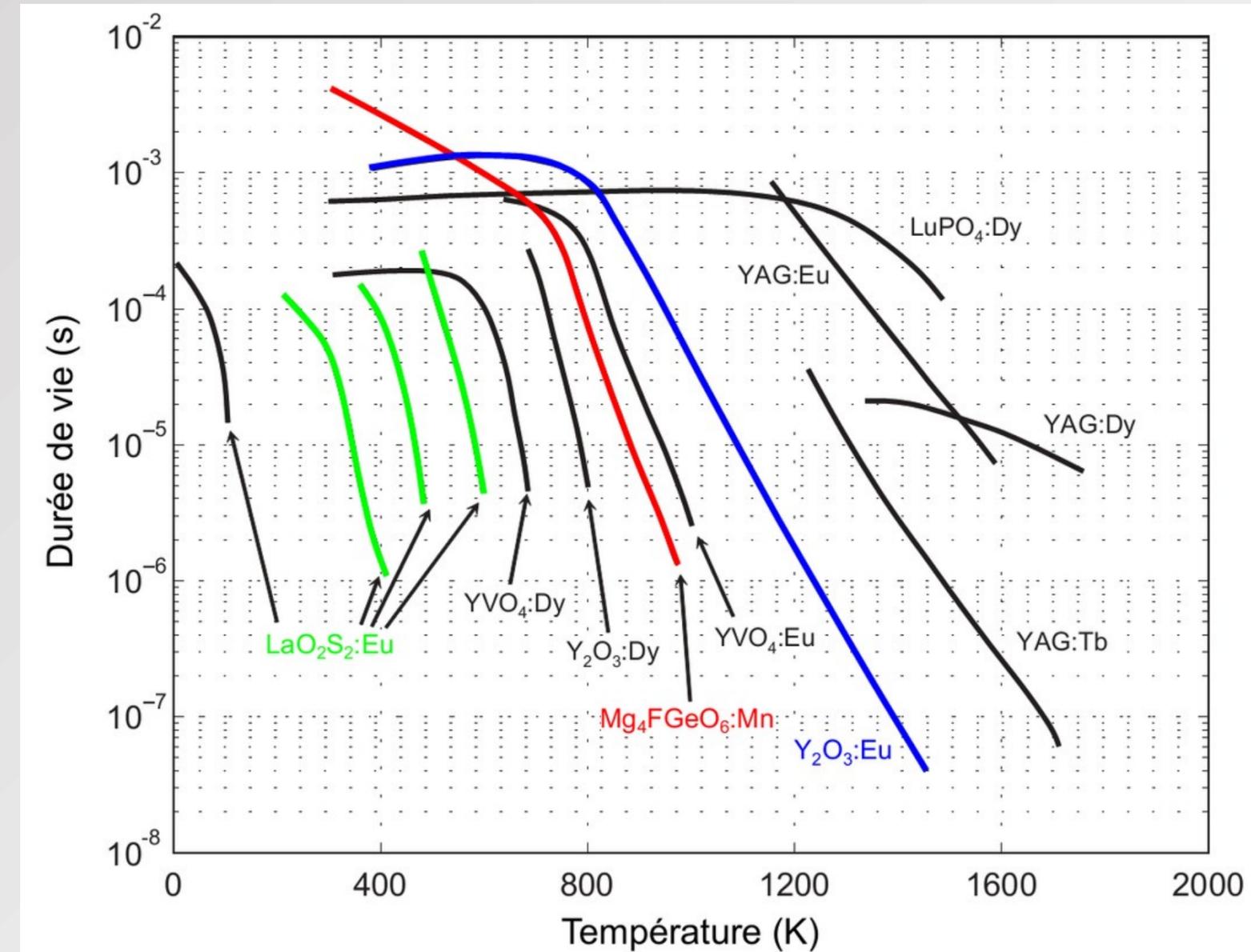
UN PEU DE THÉORIE



Phosphorescence : Intérêt

Mesure de température semi-invasive

- Bonne résolution spatiale et temporelle
- Large gamme de mesure de température :
0 K ~ 2000 K
- Inertie par rapport à la surface de dépôt
- Nécessite une faible intensité d'excitation
- Signal non perturbé par des interférences dues aux émissions naturelles du milieu (chimiluminescence, émission des suies) ou la diffusion de la lumière.



Evolution de la durée de vie de la phosphorescence en fonction de la température pour différents luminophores.

Détermination de la température

Méthode temporelle

Évolution de l'intensité $I(t)$ du signal de phosphorescence après l'excitation laser :

$$I(t) = I_0 \exp(-t/\tau)$$

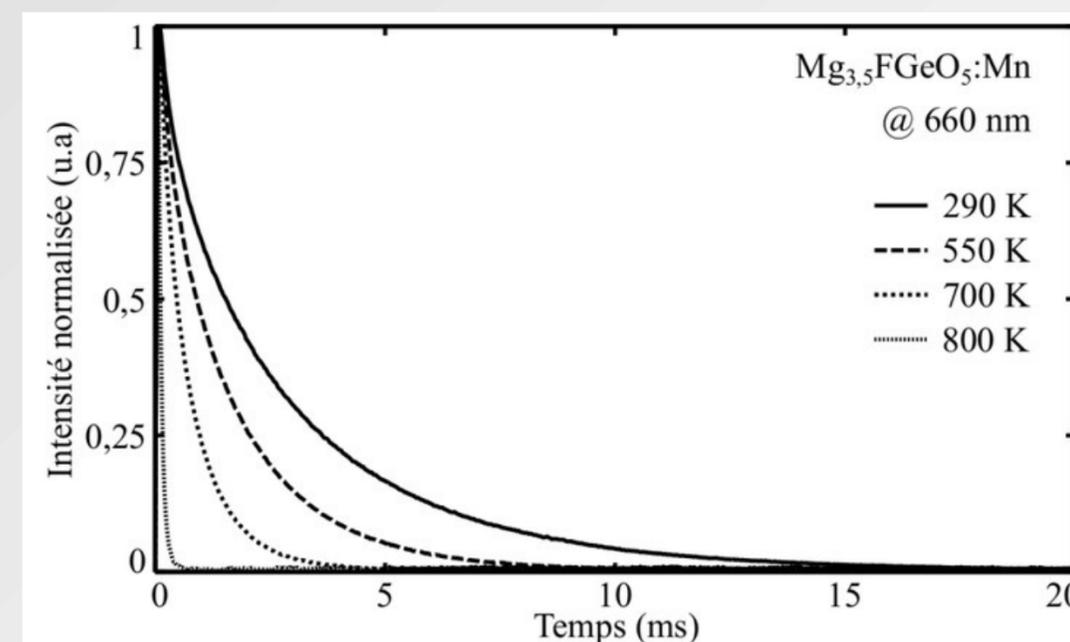
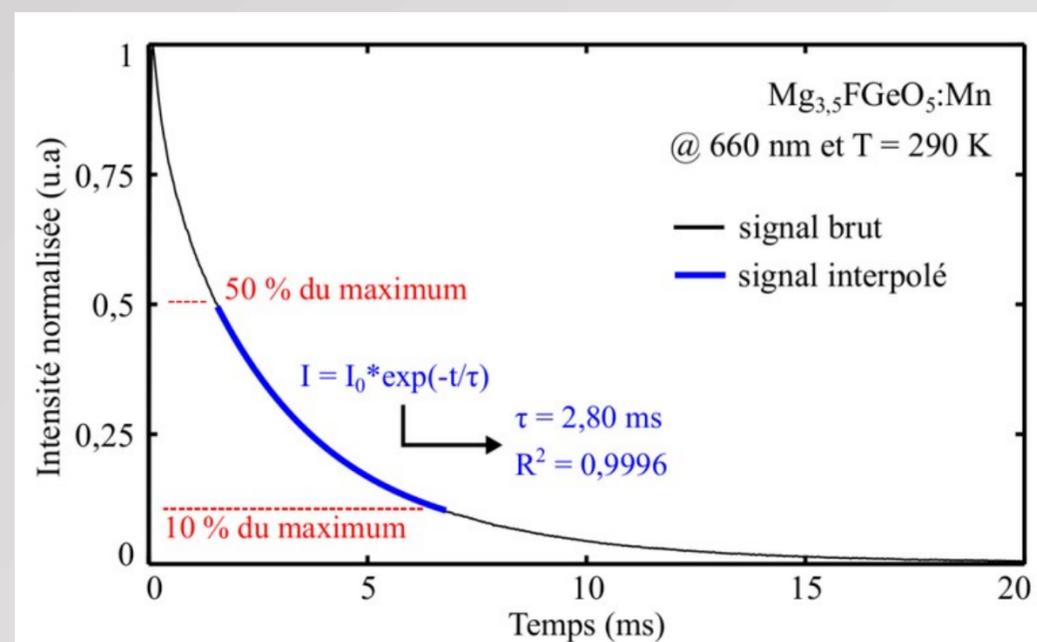
Méthode intégrative

Mesure sur 1 bande spectrale

- Détermination par l'intensité du signal

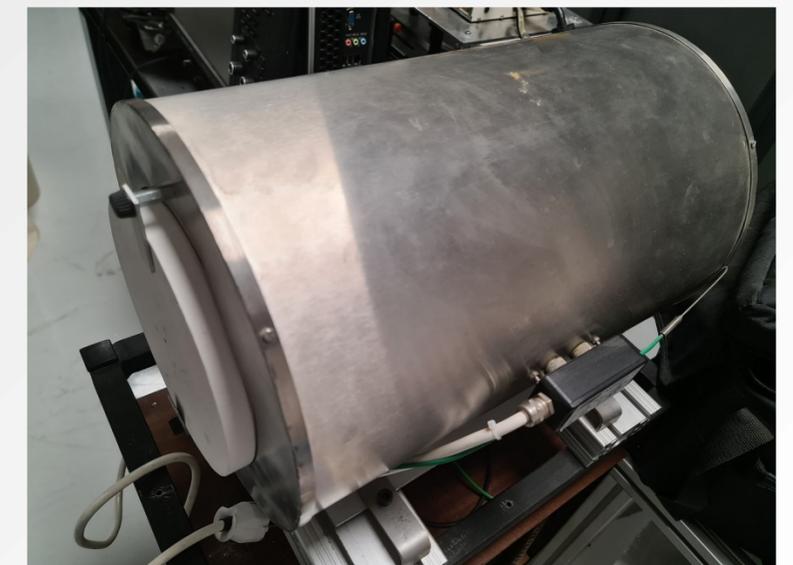
Mesure sur 2 bandes spectrales

- Détermination par ratio des intensités, mesure absolue.

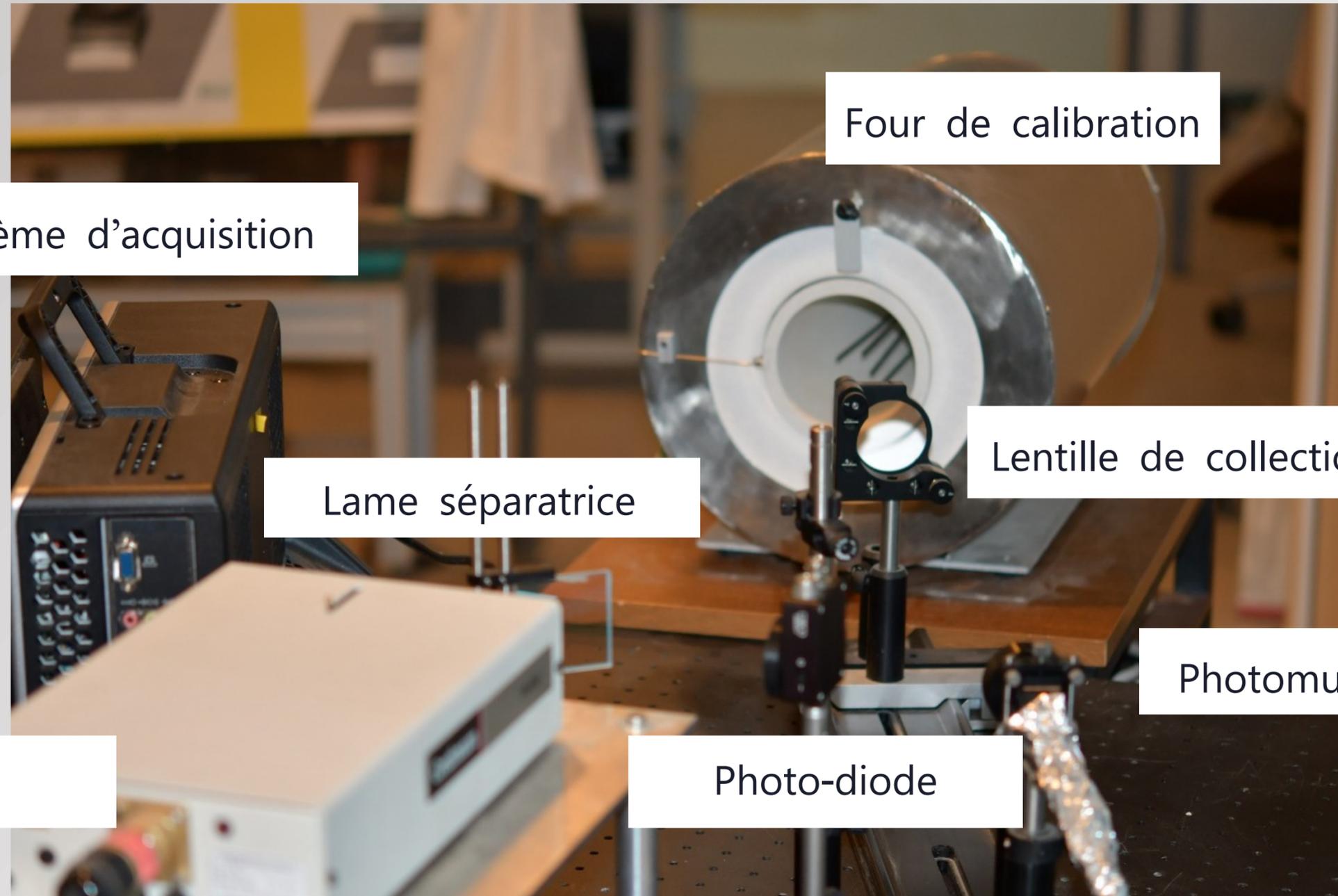


MATÉRIEL DISPONIBLE

- Laser Nd: YAG
- Oscilloscope
- Système d'acquisition
(photomultiplicateur, photo-diode,
caméra rapide...)
- Four électrique de calibration



BANC EXPÉRIMENTAL



Systeme d'acquisition

Four de calibration

Lame séparatrice

Lentille de collection

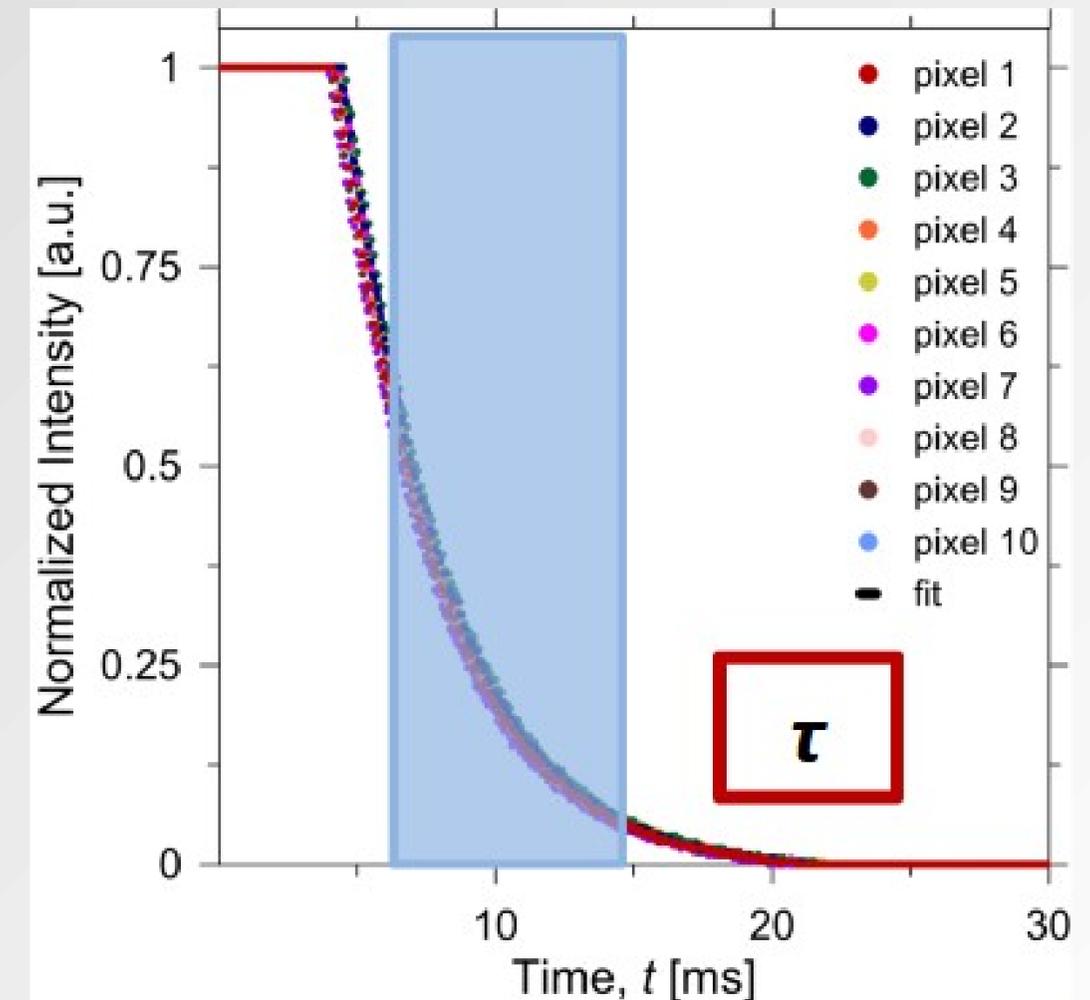
Photomultiplicateur

Laser

Photo-diode

Mesures et traitement du signal

- Acquisition des images de phosphorescence à haute fréquence (10 kHz)
- Correction des images du fond et du bruit électronique
- Extraction du signal de phosphorescence de chaque image successive
- Tracé intensité en fonction du temps
- Obtention d'une courbe exponentielle décroissante permettant de déterminer $\tau=f(T)$



Déroulé du projet

Ce projet repose fortement sur une étude bibliographique étendue afin de pouvoir corroborer de futurs résultats.

Phase 1: La première partie du projet consiste à calibrer les courbes de valeurs avec les différents photophores en comparant à la bibliographie.

Phase 2: Une fois la calibration faite, les mesures peuvent être effectuées. D'abord avec une flamme de méthane puis une flamme d'hydrogène.

Merci de votre attention