



HAL
open science

Caractérisation expérimentale de plasmas induits par impulsion laser en régime de double impulsion

Aurélien Favre, Arnaud Bultel, Vincent Morel, Gilles Godard

► **To cite this version:**

Aurélien Favre, Arnaud Bultel, Vincent Morel, Gilles Godard. Caractérisation expérimentale de plasmas induits par impulsion laser en régime de double impulsion. CAE, Mar 2019, Bourges, France. hal-03011824

HAL Id: hal-03011824

<https://hal.science/hal-03011824>

Submitted on 18 Nov 2020

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.



Caractérisation expérimentale de plasmas induits par impulsion laser en régime de double impulsion

AURÉLIEN FAVRE¹, ARNAUD BULTEL¹ ‡, VINCENT MOREL¹, GILLES GODARD¹

¹ CORIA, UMR CNRS 6614, Normandie Université, 76801 Saint-Étienne du Rouvray, FRANCE

‡ arnaud.bultel@coria.fr

CONTEXTE & OBJECTIFS

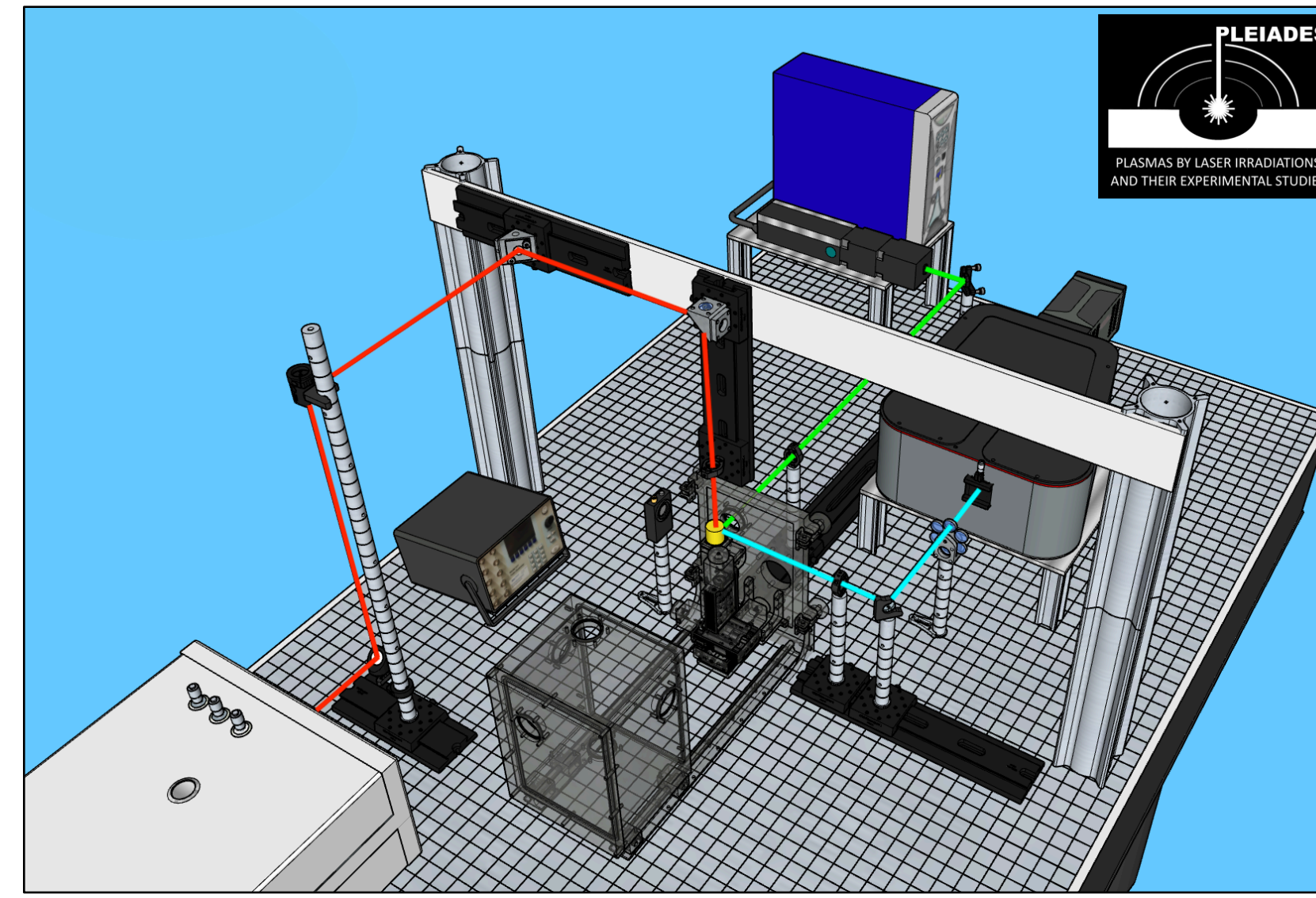
Technique de diagnostic LIBS (Laser-Induced Breakdown Spectroscopy)

La LIBS est un procédé permettant d'obtenir la composition d'une cible par spectroscopie d'émission. La détection peut s'avérer plus compliquée lorsque la cible est composée d'un constituant en très faible concentration ou lorsque l'élément à sonder est caractérisé par des niveaux énergétiques élevés (10 eV ou plus). Pour palier ce genre de problème, une solution efficace est de maximiser le signal en réchauffant le plasma à l'aide d'une seconde impulsion. On parle alors de « double impulsion » ou de « double pulse » (DP).

Objectifs :

- Mettre en place un dispositif contrôlé finement en temps et en espace
- Quantifier le gain net en termes de luminance spectrale
- Tester le potentiel de détection sur des cibles gazeuses et solides
- Donner une première estimation des densités électroniques observables

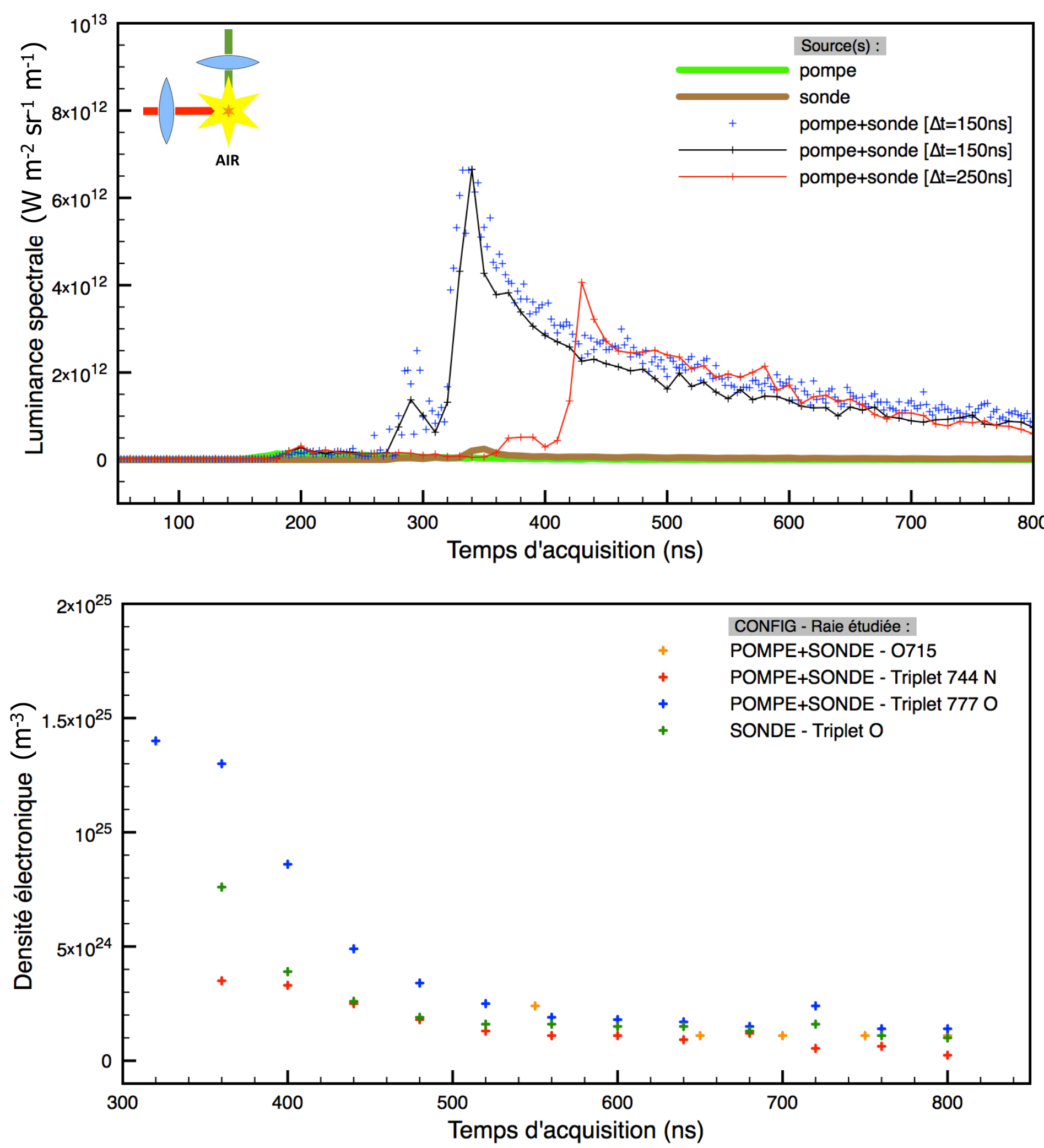
DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL



La **première impulsion** (1064 nm, 30 ps, 14 mJ) est focalisée pour former un plasma. La **seconde impulsion** (512 nm, 6 ns, 65 mJ) est focalisée dans ce plasma avec un décalage temporel Δt . L'émission radiative du **plasma réchauffé** est collectée le long d'un **troisième axe optique** en direction d'un spectromètre pour analyse.

- LASERS:**
- EKSPILA PL-2251 : **ps**
 - QUANTEL U100 : **ns**

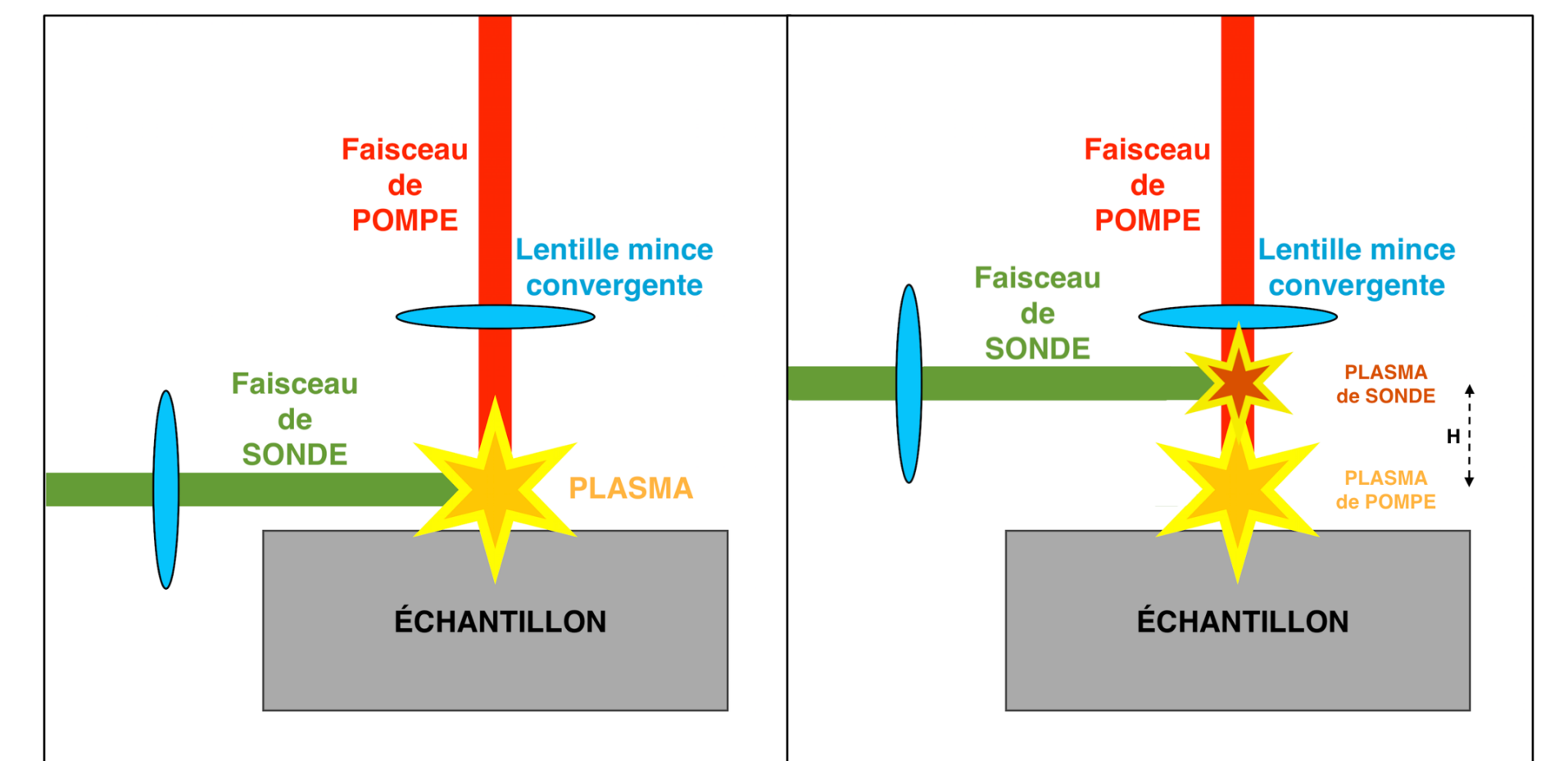
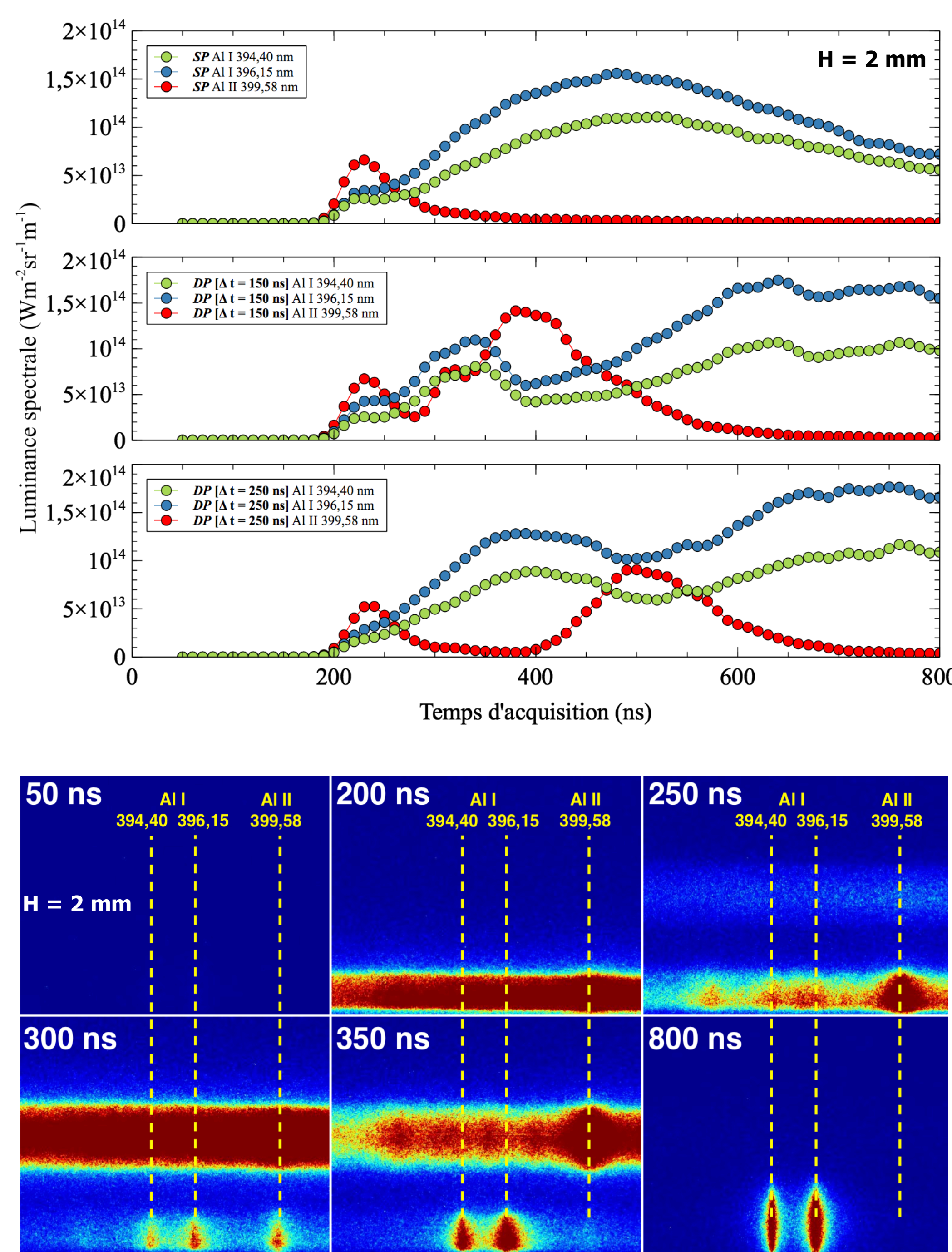
DP dans l'AIR



Commentaires

- Double impulsion efficace : gain en signal notable.
- Existence d'un décalage temporel optimal : $\Delta t = 150$ ns
- Estimation de la densité électronique : $10^{24} \text{ m}^{-3} < n_e < 10^{25} \text{ m}^{-3}$

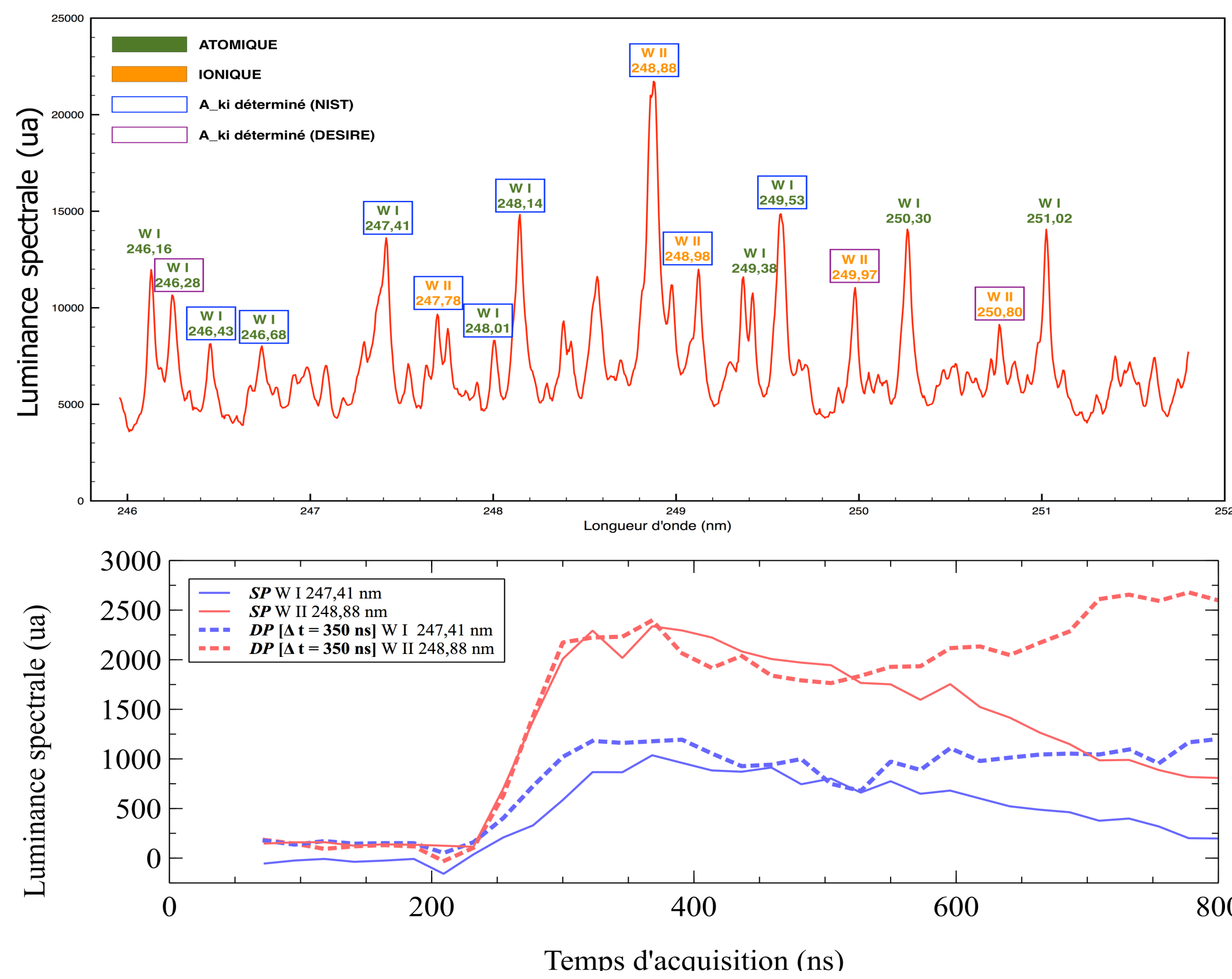
DP sur AL



Commentaires

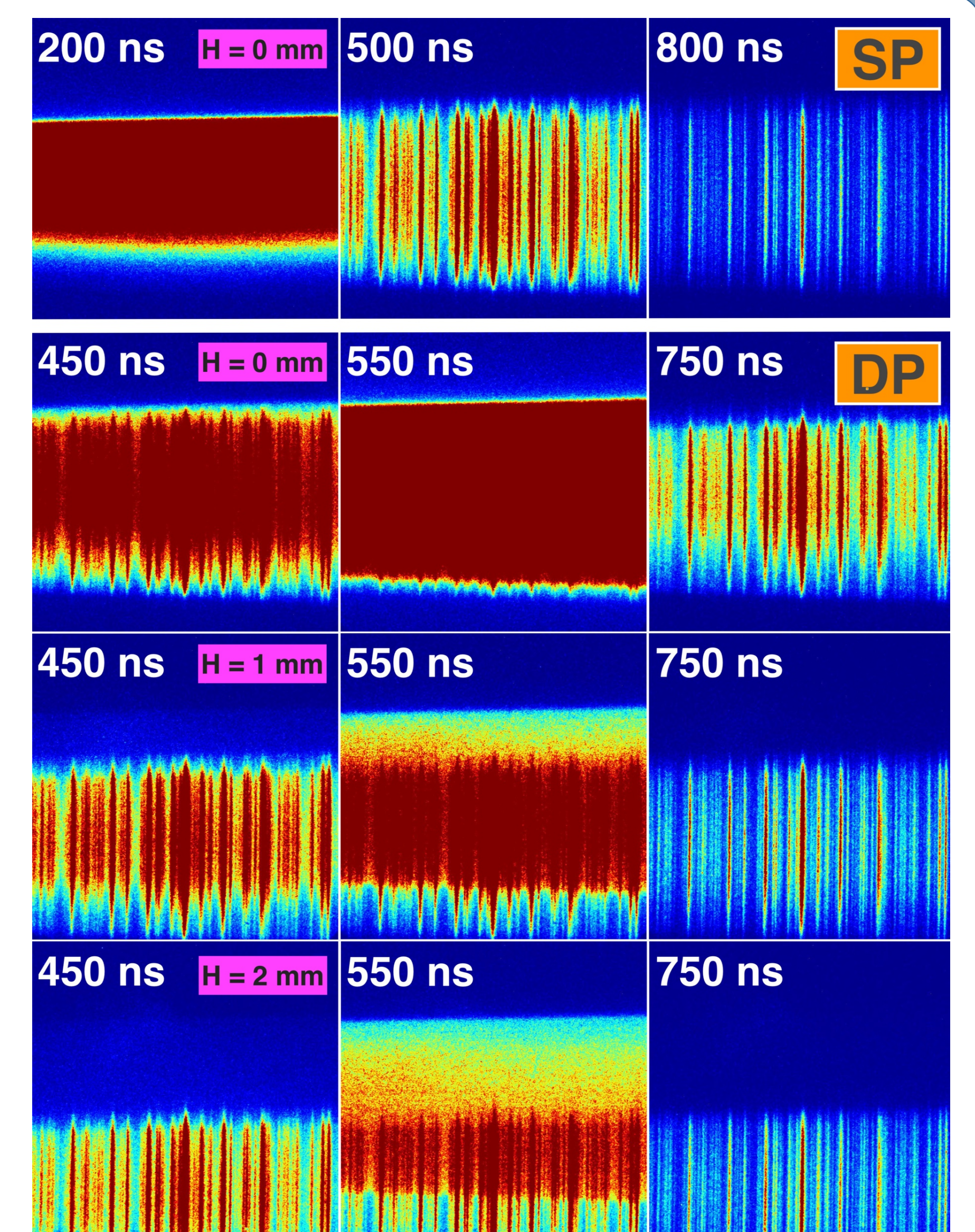
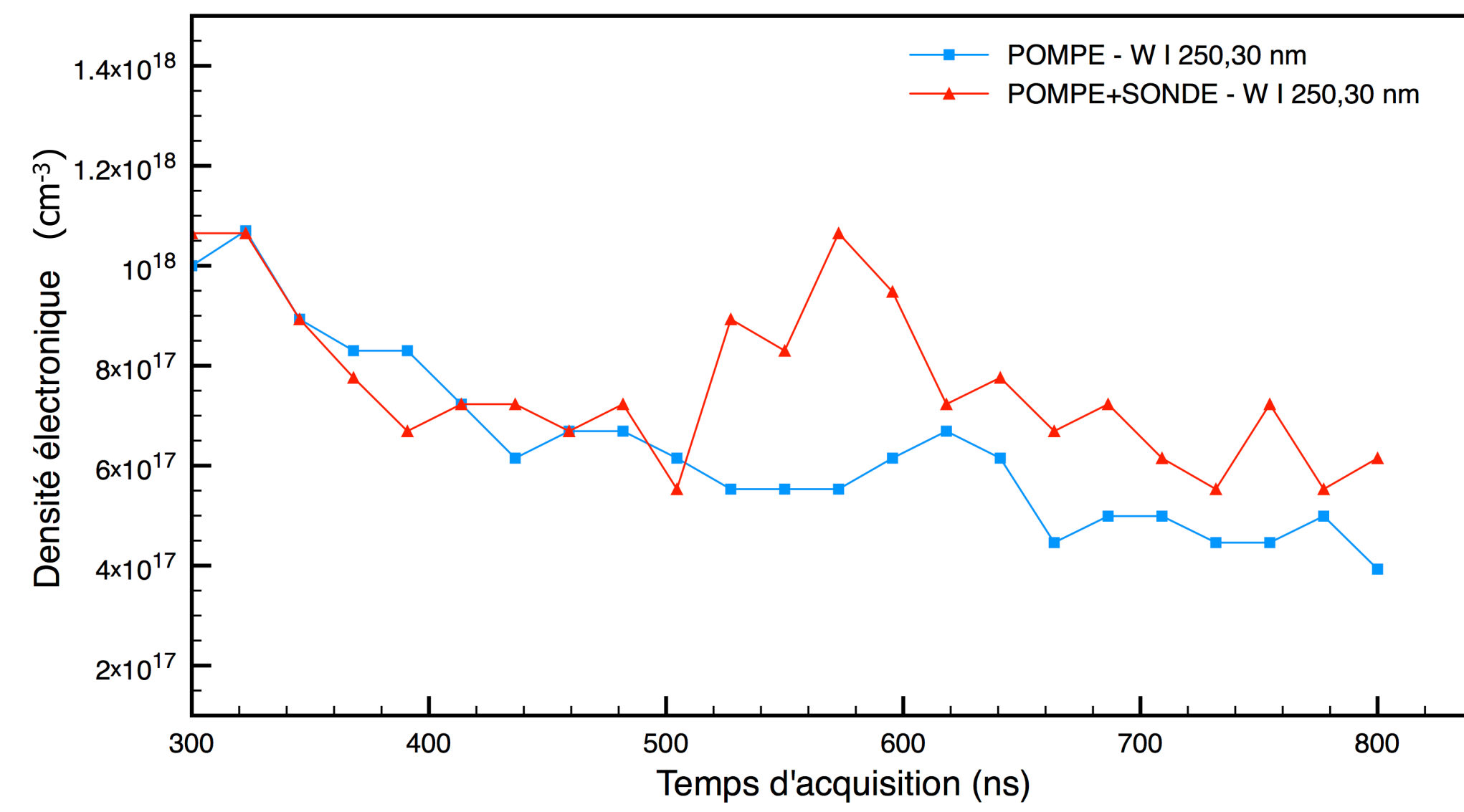
- Influence non négligeable du point de focalisation de la seconde impulsion
- Gain en signal maximum pour $\Delta t = 150$ ns
- Transitions résonnantes de Al I extrêmement intenses (forts coefficients d'Einstein)
- Transitions de Al II uniquement observables en régime double impulsion
- Recombinaison notable (émission ionique décroissante au profit de l'émission atomique)

DP sur W



Commentaires

- Le tungstène est un élément extrêmement rayonnant, l'identification des transitions est plus aisée dans l'UV
- Les observations faites dans l'air et sur aluminium restent valables (décalages temporel et spatial optimaux)
- Recombinaison observable, cependant $\Delta t = 350$ ns n'offre pas de gain en signal convenable...
- ...néanmoins, ceci est suffisant pour ioniser une seconde fois et ainsi réaugmenter la densité électronique



CONCLUSIONS & PERSPECTIVES

- Dispositif double impulsion contrôlé en temps et en espace.
- Limites de détection nettement améliorées (gain en signal d'un facteur 5).
- Évolutions des densité et température électroniques déterminables.

- La précision des mesures peut être grandement améliorée en travaillant sur des spectres plus résolus (distance focale, réseau, accumulations).
- Des tests sur des cibles solides multiéléments sont prévus (éléments légers dans des matrices lourdes : isotopes de l'Hydrogène dans du Tungstène).