

II.1. Choix et caractéristiques des lasers

Le dispositif expérimental se compose de deux lasers Nd:YAG déclenchés (modèle Brilliant B, Quantel) dont la fréquence de tirs est de 10 Hz.

D'après les travaux de la littérature [11, 107, 108], plus le faisceau laser a une longueur d'onde élevée, plus le plasma produit peut absorber efficacement les photons du rayonnement laser et plus le plasma génère un effet d'écrantage du rayonnement laser important vis-à-vis de la surface de la cible. Par contre, plus la longueur d'onde du rayonnement laser est courte, plus l'écrantage plasma diminue et plus l'efficacité d'ablation augmente.

Le laser disponible au laboratoire dont la longueur d'onde serait la plus favorable à l'étape d'ablation émet à 266 nm (fréquence fondamentale quadruplée d'un laser Nd:YAG). Néanmoins, la gamme d'énergie accessible est alors relativement limitée (énergie laser inférieure à 110 mJ par impulsion). Par ailleurs, étant donnée la géométrie de collection de l'émission du plasma choisie (dans l'axe optique du faisceau d'ablation à travers un miroir dichroïque), l'émission du plasma serait alors très fortement coupée dans les longueurs d'onde de l'UV où se trouvent de nombreuses raies d'émission d'intérêt analytique, ce qui constitue également un véritable inconvénient.

➤ Quelle que soit la géométrie étudiée en double impulsion, **un laser émettant à 532 nm est choisi comme source d'ablation.**

En **géométrie orthogonale**, la **longueur d'onde du deuxième faisceau** sélectionnée est de **1064 nm**. Cette longueur d'onde est retenue afin de favoriser l'absorption du second faisceau par le premier plasma dans le cadre des expériences de reclaquage dans le plasma. Néanmoins, l'influence de la longueur d'onde du second faisceau (532 nm et 1064 nm) sera mentionnée dans le paragraphe III.1.1.6. En **géométrie colinéaire**, les deux faisceaux laser émettent un rayonnement de **même longueur d'onde à 532 nm** en raison du système optique mis en place (voir paragraphe II.2.2.).

II.2. Système optique

Comme il a été indiqué dans le paragraphe I.3.5, nous avons décidé d'étudier la technique de la double impulsion à partir d'analyses globales en macro-ablation (cratères de diamètre de l'ordre de plusieurs centaines de μm). Une surface fraîche est utilisée pour chaque mesure. Avant de déclencher les enregistrements des spectres, 100 tirs laser sont systématiquement réalisés afin d'éliminer les couches éventuelles d'oxydes de la surface.

II.2.1. Géométrie orthogonale

Le dispositif expérimental utilisé en géométrie orthogonale est schématisé sur la Figure 22. En géométrie orthogonale, un laser émettant à 532 nm est choisi comme source d'ablation. L'énergie du faisceau d'ablation est fixée à 110 mJ par tir (durée d'impulsion de 9 ns). Le second laser, d'énergie 110 mJ par tir (durée d'impulsion de 9 ns), opère à 1064 nm. En géométrie orthogonale, les expériences de double impulsion sont effectuées avec des énergies laser de 110+110 mJ alors que les expériences de simple impulsion sont menées avec des énergies laser de 110 mJ.

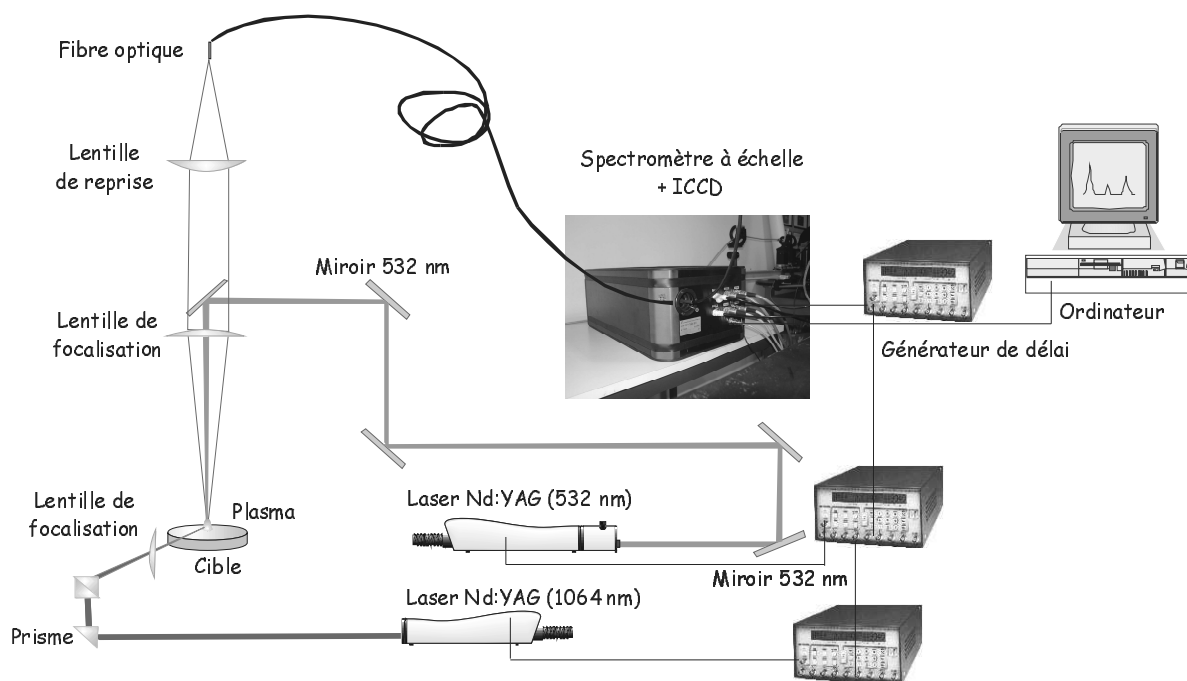
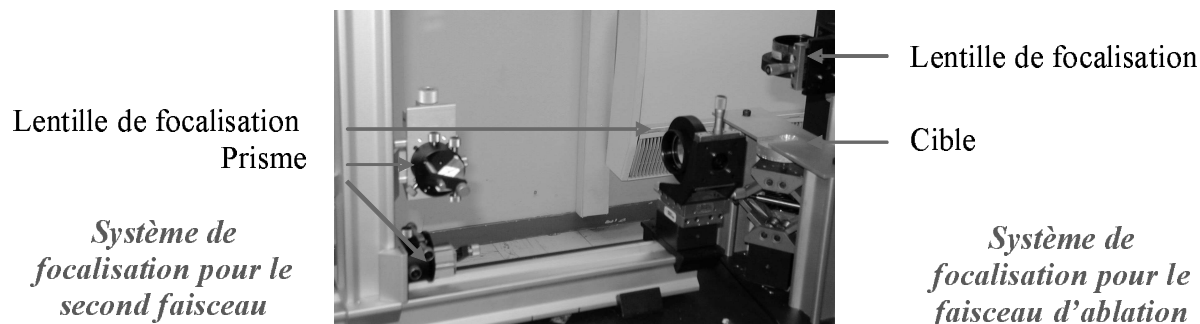


Figure 22 : Schéma du dispositif expérimental utilisé en géométrie orthogonale.

Chapitre II. Conditions expérimentales

Le faisceau d'ablation est dirigé perpendiculairement à la surface de la cible par des miroirs dichroïques réfléchissant, à 45°, la longueur d'onde du rayonnement laser (ici 532 nm). La focalisation du faisceau d'ablation sur la cible est assurée par une lentille de focale de 100 mm (c.f. Photographie 1).



Photographie 1 : Systèmes de focalisation en géométrie orthogonale.

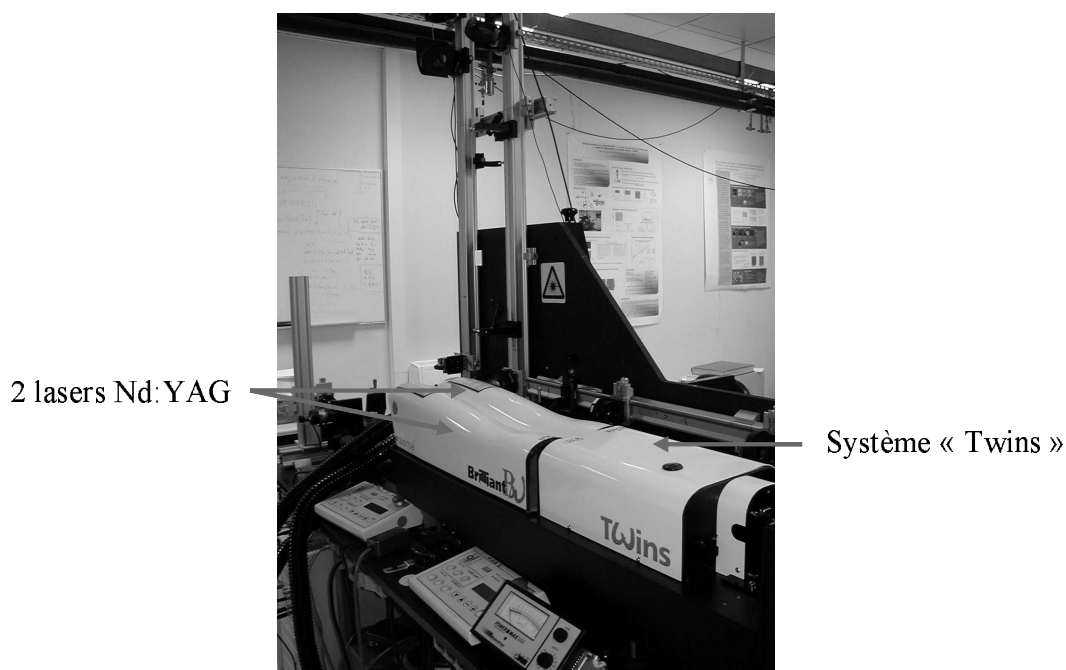
Le second faisceau est dirigé orthogonalement par rapport au faisceau d'ablation à partir de deux prismes et d'une lentille de focalisation (voir Photographie 1). Des prismes sont introduits préférentiellement à des miroirs dichroïques de manière à faciliter la modification de la longueur d'onde du faisceau laser (532 nm ou 1064 nm).

Pour les expériences de reclaquage dans le plasma, une lentille de focale de 300 mm est utilisée pour focaliser le deuxième faisceau dans le plasma. Après plusieurs essais, nous avons trouvé que l'optimisation du réglage du faisceau de reclaquage était plus aisée avec une lentille de grande focale (300 mm). Le faisceau qui induit l'étape de reclaquage est dirigé dans le plasma selon une incidence rasante. Des précautions ont été prises afin de s'assurer de l'absence d'ablation de la cible par le faisceau de reclaquage. La position de ce faisceau est ajustée en maximisant le signal des raies d'émission ioniques, qui étaient les plus sensibles à l'approche de la double impulsion. Au contraire, pour l'approche basée sur le claquage atmosphérique de pré-ablation, la focale de la lentille la plus appropriée a été déterminée à 100 mm. Une focale plus courte de 100 mm permet d'éviter les claquages potentiels dans l'air entre la lentille de focalisation et la cible. Le claquage atmosphérique de pré-ablation est alors produit quelques millimètres au dessus de la surface de l'échantillon.

En géométrie orthogonale, les expériences de simple impulsion sur les alliages d'aluminium avec une énergie d'ablation de 110 mJ (SP 110 mJ) se caractérisent par la formation de cratères d'approximativement 500 μm de diamètre, ce qui correspond à une irradianse laser de 6 $\text{GW}\cdot\text{cm}^{-2}$.

II.2.2. Géométrie colinéaire

Le dispositif expérimental utilisé en géométrie colinéaire se compose toujours des deux mêmes lasers Nd:YAG. Un système (modèle Twins, Quantel), initialement conçu pour des études de Vélocimétrie par Images de Particules (PIV), a été choisi pour étudier la géométrie colinéaire (c.f. Photographie 2).



Photographie 2 : Dispositif expérimental utilisé en géométrie colinéaire.

Outre sa mise en place relativement aisée, le système « Twins » donne la possibilité d'avoir une grande variété d'énergies disponibles pour chacun des deux lasers et de choisir librement la durée entre les deux impulsions. Récemment, ce type de système a d'ailleurs été introduit pour des expériences de double impulsion sur des liquides [100] et des laitons [109].

Avec le système « Twins », les deux faisceaux laser de longueur d'onde 532 nm sont alignés sur le même axe optique. Puis, en sortie du système, les deux faisceaux colinéaires sont focalisés sur la cible selon la même configuration qu'en géométrie orthogonale. Le système « Twins » qui garantit l'obtention de la colinéarité des deux faisceaux laser est illustré en Photographie 3. Il est constitué d'un polariseur, de deux lames demi-ondes et de trois miroirs. Le réglage du système est réalisé lorsque les impacts des deux faisceaux laser sont superposés en champ proche et en champ lointain.