

Calcul du champ total créé par les faisceaux du LMJ à l'entrée du Hohlraum.

A. Bourgeade et B. Nkonga

Le laser MégaJoule (LMJ) sera constitué d'un grand nombre de chaînes laser dont les faisceaux vont focaliser sur les cibles qu'il devra faire fonctionner. Pour les cibles de fusion qui sont l'objectif phare du LMJ, les faisceaux passent par une des deux ouvertures du Hohlraum avant d'interagir avec la surface interne de ce cylindre. Il est donc important de connaître la nature de l'objet qui est transmis lors de ce passage c'est-à-dire de définir le champ électromagnétique résultant de la superposition sur une des ouvertures du Hohlraum de la moitié des faisceaux lasers du LMJ. Ce résultat, appelé par la suite champ total, devrait en particulier permettre d'obtenir un terme source global pour les calculs d'interaction qui sont nécessaires au calcul plasma ultérieur de l'évolution de la cible. D'autre part l'évaluation du champ total permet également de mesurer l'influence de certains paramètres ou de certaines actions tels que le synchronisme des faisceaux, le lissage ou la réduction de l'effet FM/AM sur les caractéristiques du champ électromagnétique créé par le LMJ. En effet ce n'est pas le champ total instantané et local qui est directement utilisable mais plutôt ses propriétés statistiques comme la taille de la tache focale, la dimension ou la densité des points chauds ou encore leur durée moyenne. En fait le problème paraît simple à résoudre au premier abord. Il s'agit en effet juste de calculer le champ résultant de la focalisation d'un faisceau, ou d'un quadruplet, puis de sommer l'ensemble des résultats obtenus pour tous les faisceaux considérés. De plus la propagation se faisant dans le vide, le problème est linéaire et il n'y a que la moitié des faisceaux à considérer. En fait la difficulté résulte essentiellement de deux faits. Tout d'abord la face d'entrée du Hohlraum n'est pas perpendiculaire à l'axe des faisceaux et ne correspond donc pas au plan focal. L'approximation paraxiale définissant le champ d'un faisceau dans le plan focal par la transformée de Fourier du champ avant son passage dans le réseau focalisant ne peut donc pas être utilisée a priori. Et d'autre part, compte tenu de la dimension des faisceaux, la phase introduite par ce réseau varie de plus en plus lorsque le point considéré s'éloigne du barycentre des quatre faisceaux d'un quadruplet. Ceci nécessite d'avoir un domaine de Fourier très étendu ou ce qui est équivalent une discrétisation très fine.

Nous avons développé une stratégie numérique qui calcule, pour une surface donnée, le champ électrique résultant de la focalisation d'un certain nombre de faisceaux ou de quadruplets se propageant selon des directions données. A l'aide de deux transformées de Fourier bidimensionnelles, on calcule donc les coefficients des ondes planes composant les faisceaux considérés. Puis on recompose, par une intégration bidimensionnelle, le champ électrique en tout point de la surface retenue, à savoir soit la face d'entrée du Hohlraum soit la surface interne de celui-ci. L'intérêt d'utiliser une intégration point par point et non une transformée de Fourier rapide pour cette dernière phase est double. Cela permet en effet, d'une part de pouvoir obtenir le résultat sur une surface quelconque, et d'autre part de choisir la finesse du maillage souhaitée et adaptée au besoin. L'approche permet de faire, au choix, un calcul paraxial ou un calcul « exact » (Maxwell).

L'objectif de ce projet est d'améliorer l'efficacité des stratégies numériques parallèles, d'estimer l'erreur commise en réduisant le nombre de fréquences prises en compte pour le calcul temporel.