

## Colloque Applications Médicales de l'accélération laser-plasma – 7 octobre 2020

Le programme et les transparents du colloque Application médicales de l'accélération Laser-Plasma sont disponibles sur <https://indico.ijclab.in2p3.fr/event/6316/>.

Résumé :

La thérapie médicale utilisant les faisceaux d'électrons de très haute énergie, "Very High Energy Electrons" (VHEE), a été proposée dans les années 2000 <sup>[1]</sup>. Dans ce cadre, une des applications les plus étudiées de l'accélération de particules par Laser/Plasma (LPA) est l'irradiation des tissus biologiques à des fins thérapeutiques par la méthode FLASH <sup>[2]</sup> et UHDR (Ultra High Dose Rate). Ce type de thérapie pour le traitement du cancer permet de toucher les cellules cancéreuses en limitant l'impact sur les tissus sains. Actuellement, pour la thérapie cancer, on utilise des électrons, des protons, des photons X, qui ont tous des distances de propagation différentes au travers des tissus biologiques et permettent donc un ciblage particulier du traitement. Ces préoccupations sont au cœur du sujet du Groupe de Recherche "Outils et méthodes nucléaires pour la lutte contre le cancer" (MI2B), présenté lors de ce colloque : <https://www.mi2b.fr>

L'accélération d'ions et la fabrication de radio-isotopes formés dans les matériaux utilisés pour caractériser les particules accélérées par laser ont aussi été abordées comme une des applications importantes des LPA.

A l'issue de ce colloque, nous avons rassemblé quelques premières conclusions concernant la thérapie FLASH et l'apport potentiel des dispositifs LPA :

1/ structure temporelle et intensité des impulsions : nécessité pour l'accélérateur de pouvoir modifier facilement la cadence des impulsions d'électrons et leur intensité pour l'étude de l'irradiations des tissus biologiques :

- effet FLASH : plusieurs impulsions à forte dose (env. 1 Gy) et distantes d'environ :  $\Delta t = 10$  à  $20$  ms, c'est à dire une cadence d'environ 100 Hz.
- Ultra High Dose Rate : 1 mono-coup de forte intensité (env. 10Gy) et sur une durée  $\delta t = 1$  à  $4$   $\mu s$
- méthode conventionnelle : en continu, c'est à dire faible dose / pulse avec  $\Delta t < 1$ ms, représentant au total entre 2 Gy par séance, avec des électrons d'énergie 3-18 MeV.

L'intérêt thérapeutique de paquets d'électrons de durée ultra-courte, femtoseconde, n'a pas été discuté dans les diverses présentations de ce colloque.

2/ énergie des électrons : la qualification "Very High Energy Electrons" (VHEE) correspond à des énergies de 50 MeV à 250 MeV. Il semble que des énergies supérieures (1 GeV) sont contre-productives sur les tissus biologiques.

3/ collimation du faisceau : l'étude en mode "fractionnement spatial" nécessite des faisceaux bien collimatés avec un diamètre de l'ordre de 0.5 mm, et géométriquement stables.

4/ infrastructure : toutes ces études, impliquant des radiations ionisantes ou la création d'isotopes lourds, nécessitent des blindages béton conséquents, qui ont un coût élevé et nécessitent des espaces importants autour de l'installation accélératrice. L'utilisation de LPA pourrait permettre de réduire le volume de la zone radioprotégée, toute la partie "laser" étant simplement en zone "propre". D'autre part, l'utilisation d'animaux pour les tests nécessitent une animalerie à proximité, ce qui représente aussi de fortes contraintes.

Il a aussi été noté que dans le cadre d'une utilisation du LPA en milieu hospitalier, certains critères sont importants tels que : compacité du système, facilité d'utilisation et coût raisonnable.

#### **Références :**

- [1] DesRosiers, C., V. Moskvina, A. F. Bielajew and L. Papiez, 2000: 150-250 MeV electron beams in radiation therapy. *Physics in Medicine and Biology*, 45, 1781-1805
- [2] Favaudon V, Caplier L, Monceau V, et al. Ultrahigh dose-rate FLASH irradiation increases the differential response between normal and tumor tissue in mice [published correction appears in *Sci Transl Med*. 2019 Dec 18;11(523):]. *Sci Transl Med*. 2014;6(245):245ra93. doi:10.1126/scitranslmed.3008973