

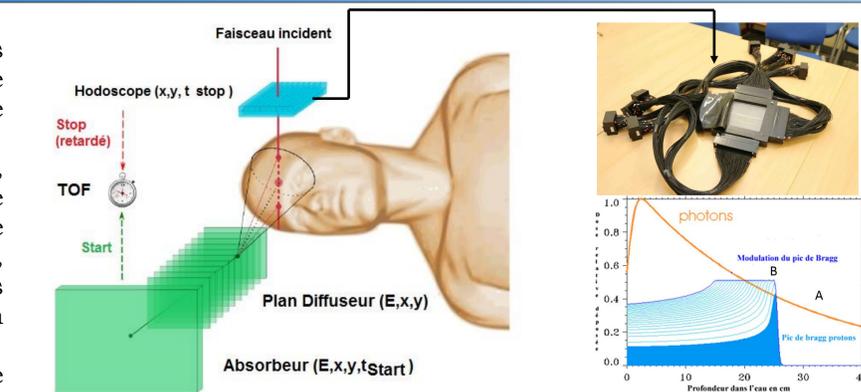
Mise en place d'un banc de test de détecteurs diamant dans le cadre du projet MONIDIAM

Objectif et problématique

L'objectif de ce projet est d'effectuer les études préliminaires nécessaires à la réalisation d'un système de monitoring en ligne de l'hadronthérapie (MONIDIAM).

Ce système doit avoir un temps de réponse minime, être radiorésistant, et utilisable dans un cadre dosimétrique. Il doit aussi permettre un étiquetage spatial et temporel des ions afin de faire, par exemple, une mesure de temps de vol sur les rayonnements secondaires issus du patient dans le cadre d'un contrôle en ligne du traitement.

Les détecteurs diamants polycristallins sont une alternative à un hodoscope à fibres scintillantes (voir ci-contre).



Principe du contrôle en ligne de l'hadronthérapie par gamma prompts (gauche). Hodoscope à fibres scintillantes (à droite en haut). Illustration du dépôt d'énergie d'un photon et d'un proton dans l'eau (à droite en bas).

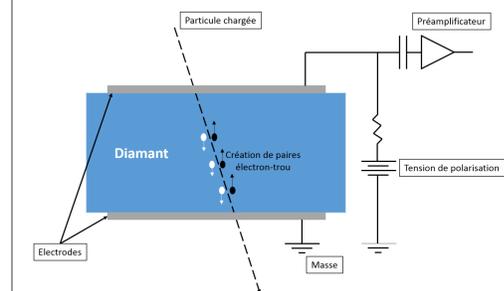
Missions du stage

-Compréhension et prise en main de l'ensemble de la chaîne d'acquisition

-Développement d'un algorithme de lecture et d'analyse sous ROOT (C++)

-Analyses des performances de différents diamants polycristallins (avec une source alpha de ^{233}U)

Le diamant et principe de détection



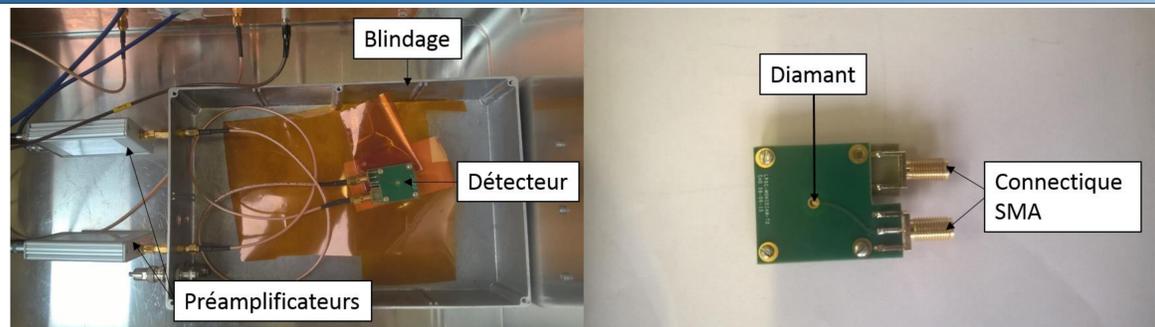
Principe de détection du détecteur Diamant

Dans le cadre du stage, la source utilisée émet des particules alpha déposant leur énergie dans le diamant sur une profondeur d'environ $12\ \mu\text{m}$ pour une énergie moyenne de $4,9\ \text{MeV}$. Les diamants utilisés ont une épaisseur de $500\ \mu\text{m}$. L'efficacité de collection des charges dépend de la qualité du diamant, du champ électrique appliqué, et de la métallisation réalisée sur les surfaces du matériau.

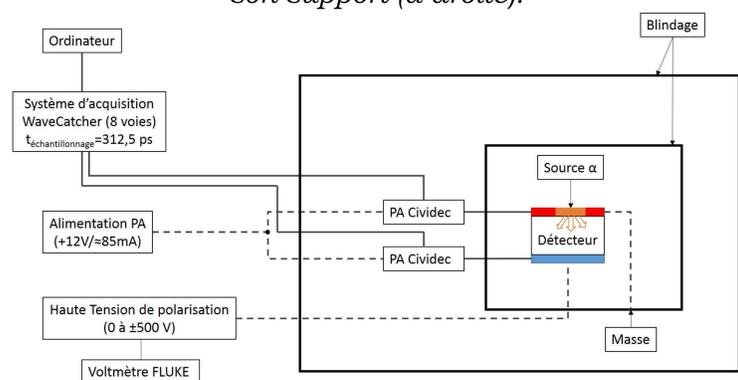
Propriété	Diamant	Silicium	Meilleur
Densité [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]	3,52	2,33	/
Gap [eV]	5,48	1,12	/
Énergie de création e-t [eV]	13,1	3,62	Silicium
Signal moyen (MIP)	$36\text{e}^-/\mu\text{m}$	$89\text{e}^-/\mu\text{m}$	Silicium
Résistivité [$\Omega\cdot\text{cm}$]	$10^{13}-10^{16}$	10^5-10^6	Diamant
Conductivité thermique [$\text{W}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$]	>1800	1,48	Diamant
Énergie de déplacement [eV]	43	25	Diamant
Mobilité des électrons [$\text{cm}^2\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$]	1900	1450	Diamant
Mobilité des trous [$\text{cm}^2\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$]	2300	505	Diamant
Tension de saturation [$\text{V}\cdot\text{cm}^{-1}$]	10^7	$3\cdot 10^5$	Diamant

Récapitulatif des propriétés intrinsèques du diamant, comparaison des performances avec le silicium

Dispositif expérimental

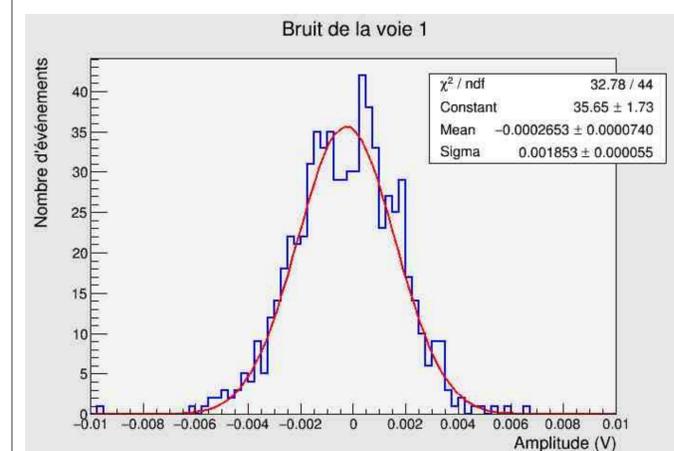


Photos du dispositif de détection (à gauche), et gros plan sur le détecteur diamant et son support (à droite).

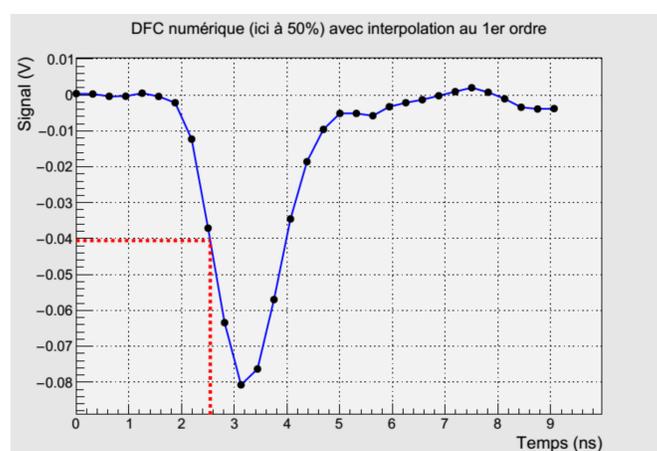


Synoptique du dispositif expérimental

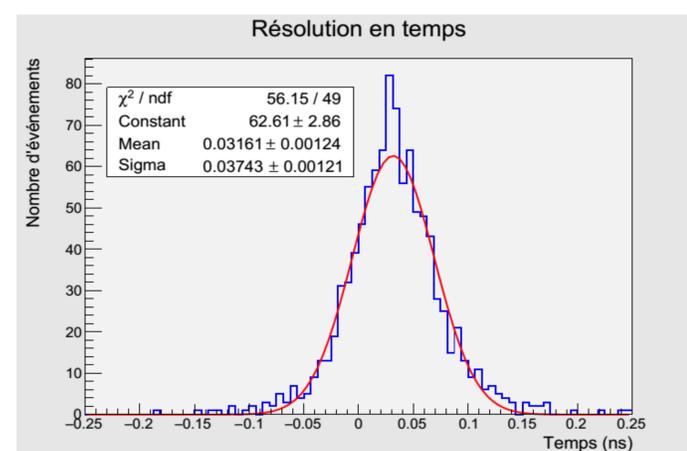
Résultats (tension de polarisation : +500V)



Amplitude du signal : jusqu'à $-150\ \text{mV}$
Bruit électronique : $\sim 2\ \text{mV RMS}$



Estimation de la résolution temporelle entre les deux voies par une interpolation linéaire



Résolution temporelle entre les deux voies : $\sim 40\ \text{ps}$

Perspectives

-Expérience au synchrotron de l'ESRF. L'exploitation d'un faisceau micro-focalisé de $9\ \text{keV}$ permettra :

➔ La caractérisation de la réponse du détecteur et de son électronique

➔ L'étude de l'uniformité des diamants polycristallins, localisation des défauts et de leurs effets sur les performances du détecteur

-Expérience au GANIL avec des ions carbone

-Réalisation d'un démonstrateur de taille réduite ($4\times 4\ \text{cm}^2$ par exemple) avec son électronique de lecture intégrée