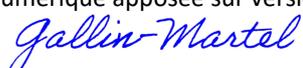


Plan de développement du projet

DIAMANT / Marie-Laure Gallin-Martel



Réf Interne :	Référence interne laboratoire
Réf ATRIUM :	ATRIUM-XXXX
Titre / Title :	DIAMANT
Résumé / Summary:	Les objectifs de ce projet pluridisciplinaire (applications médicales, physique nucléaire et des hautes énergies) sont le développement de détecteurs diamant innovants. La conception de ces derniers est envisagée en 5 étapes clés dans le document : 1) la mise en œuvre de techniques originales de caractérisation d'échantillons du commerce, ou obtenus par croissance/dopage dans les laboratoires membre du consortium ou partenaires, 2) l'instrumentation du matériau en tant que chambre d'ionisation solide, 3) le développement d'une électronique de lecture et d'acquisition dédiée, 4) l'évaluation des performances sous faisceaux, 5) la simulation du transport et de la collecte des charges afin d'optimiser le fonctionnement des détecteurs pour ensuite envisager son portage ou sa valorisation. L'objectif scientifique final du projet étant de faire du diamant un détecteur performant, en rupture avec l'existant, pour la détection de particules.

Nom du porteur du projet Gallin-Martel Marie-Laure Email : mlgallin@lpsc.in2p3.fr	Nom du laboratoire porteur du projet LPSC Site Web Labo : https://lpsc.in2p3.fr/index.php/fr/
Signature numérique apposée sur version finale en PDF 	Signature numérique apposée sur version finale en PDF Le Directeur du LPSC 

Laurent DEROME

	DIAMANT ML. GALLIN MARTEL	Réf :	ATRIUM-XXXXX
		Version :	1.0
		Date :	10/05/2023
		Page :	2/10

Suivi du document */History*

VERSION	DATE	HISTORY MODIFICATION	PAGES CHAPTERS
1.0	05/04/2023	Mise à jour du document initial	Tous

Acronymes/*Acronyms*

ADC Analog to Digital Converter

ASIC Application Specific Integrated Circuit

BC : Bunch Counting

BE : Back End

CCE : Charge Collection Efficiency

CSI : Conseil Scientifique de l'Institut.

CSL : Conseil Scientifique de Laboratoire

CVD Dépôt Chimique en phase Vapeur

DAQ : Data Acquisition

DFC Discriminateur à Fraction Constante

eBIC : electron Beam Induced Current

ETP : Equivalent Temps Plein

FE : Front End

IBIC : Ion Beam Induced Current

Jn : Jalon n

KDP : Key Decision Point

	DIAMANT ML. GALLIN MARTEL	Réf :	ATRIUM-XXXXX
		Version :	1.0
		Date :	10/05/2023
		Page :	3/10

pCVD Polycristalline CVD

PBS : Product Breakdown Structure

QDC Charge to Digital Converter

RT : Radiothérapie

S1 à 2 : Semestre 1 ou 2

sCVD Single Crystal CVD

T1 à 4 : Trimester 1 à 4

TC : Train Counting

TDC Time to Digital Converter

ToF : Time Of Flight

TRL : Technology Readiness Level

WBS : Work Breakdown Structure

WP : Work Package

XBIC : X-rays Beam Induced Current

Acronymes à rajouter si utilisés dans le document

	DIAMANT ML. GALLIN MARTEL	Réf :	ATRIUM-XXXXX
		Version :	1.0
		Date :	10/05/2023
		Page :	4/10

Sommaire */Table of contents*

1	Volume actif	5
2	Caractérisation	6
3	Instrumentation.....	7
4	Electronique FE et BE.....	8
5	Faisceaux	9
6	Simulation.....	10

	DIAMANT ML. GALLIN MARTEL	Réf :	ATRIUM-XXXXX
		Version :	1.0
		Date :	10/05/2023
		Page :	5/10

1 Volume actif

Tâche 1		Volume actif
Responsable / partenaires		
LPSC (A. Lacoste)		Ext: Institut Néel / Université de Tsukuba
Plan de développement		
1	Croissance diamants pCVD : Amélioration de l'uniformité sur grande surface <ul style="list-style-type: none"> ○ Développement de 6 sources DN40 (J01), Intégration de celles-ci (J02) et d'un porte substrat chauffant planétaire (J03), Optimisation du procédé de croissance pCVD (J04) ○ Réalisation de membrane suivi cahier des charges (J05), intégration sur PCB et caractérisation fonctionnelle du détecteur (J06) 	
2	Croissance de couches épitaxiées avec et ou sans dopage p / n pour télescope diamant ΔE-E	
3	Gravures profonde diamant pour moniteur μfaisceaux AIFIRA / MIRCOM	
Deliverables		
1	Volumes actifs obtenus par croissance <ul style="list-style-type: none"> ○ Membranes pCVD <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prototype source DN40 T0 + 12M (J01) ▪ Intégration 6 sources + porte-substrat T0 + 15M (J02 & J03) ▪ Optimisation procédé + production membranes T0 + 48M (J04 & J05) ▪ Réalisation détecteurs + tests fonctionnels T0 + 48M (J06) ○ Couches épitaxiées conception ΔE-E: T0 (prototype 1.1) et T0+15M (prototype 1.2) 	
3	Volumes actifs obtenus par gravure pour moniteur μ faisceau d'ions AIFIRA / MIRCOM T0 + 3M (prototype 1) T0+12M (prototype 2)	
Contribution des partenaires		
	<ul style="list-style-type: none"> • Dopage p ou n • Installations en salle blanche permettant nettoyage substrats, lithographie, ... 	
Méthode		
	<ul style="list-style-type: none"> • Croissance dans réacteurs plasma par la méthode CVD • Gravure RIE 	
Analyse de risques et solutions de remplacement		
	<ul style="list-style-type: none"> • Aucune solution de remplacement pour conception télescope ΔE - E car principe de mise en oeuvre du détecteur, idem pour moniteur μfaisceau AIFIRA/MIRCOM • Utilisation de diamants commerciaux pCVD pour volume actifs moniteurs faisceaux mais sans choix possible pour épaisseur et surface du volume actif 	

	DIAMANT ML. GALLIN MARTEL	Réf :	ATRIUM-XXXXX
		Version :	1.0
		Date :	10/05/2023
		Page :	6/10

2 Caractérisation

Tâche 2		Caractérisation	
Responsable / partenaires			
LP2I Bordeaux (J. Jouve)		IN2P3 : LPSC – Ext : Institut Néel/ ESRF BM05	
Contribution des partenaires			
Maintenance et amélioration des bancs de tests existants et analyse de données			
Méthode			
Tests sous <ul style="list-style-type: none"> • Sources (^{241}Am ^{90}Sr) • ToF eBIC • XBIC • IBIC 			
Analyse de risques et solutions de remplacement			
Aucun sauf panne pour tests sous faisceaux			

	DIAMANT ML. GALLIN MARTEL	Réf :	ATRIUM-XXXXX
		Version :	1.0
		Date :	10/05/2023
		Page :	7/10

3 Instrumentation

Tâche 3		Instrumentation
Responsable / partenaires		
LPSC (JF Muraz)	IN2P3 : LPSC SDI (conception), IJClab, LP2I Bordeaux, SUBATECH-GIP ARRONAX (adaptation lignes) Ext : Institut Néel Plateforme NanoFab	
Plan de développement et méthode		
<ol style="list-style-type: none"> 1 2 3 4 5 6 	<ol style="list-style-type: none"> Conception de PCB CAO électronique LPSC Métallisation (pleine, pistes, pixels) NanoFab Intégration (entre 2 PCB, par des techniques de collage) LPSC Connexion électriques (contact, wire bonding) LPSC ou nanoFab Montage en boîtiers CEM Intégration sur banc de test ou dispositifs d'expérimentation 	
Deliverables		
1	Volumes actifs métallisés montés sur supports PCB instrumentés, en boîtiers CEM, avec connectiques adaptées <ul style="list-style-type: none"> ○ Hodoscope 4 sCVD / 1 pCVD surface 1 cm² T0, 4 pCVD surface 16 cm² T0 + 21M ○ Imageur portal MRT ID17 ESRF échelle 1 153 voies électronique intégrée T0 réplique détecteur amont : T0 + 9M ○ Moniteur faisceaux pulsés grande dynamique DIAMMONI GIP-ARRONAX 4 sCVD mode TC et BC électronique discrète : T0 + 9M, version test ASIC ADC 1 voie 500 MHz T0+15M ○ Moniteur µfaisceau d'ions AIFIRA/MIRCOM : T0 +6M (prototype 1) et T0+12M (prototype 2) ○ Moniteur Bio ALTO : T0 + 3M et T0+21M pour adaptation DIAMMONI TC = FLASH 	
Contribution des partenaires		
	<ul style="list-style-type: none"> • Métallisation • Wire bonding 	
Analyse de risques et solutions de remplacement		
	Néant, technologie déjà éprouvée	

	DIAMANT ML. GALLIN MARTEL	Réf :	ATRIUM-XXXXX
		Version :	1.0
		Date :	10/05/2023
		Page :	8/10

4 Electronique FE et BE

Tâche 4		Electronique FE et BE
Responsable / partenaires		
LPSC (L. Gallin-Martel)		IN2P3 : LPSC service électronique
Plan de développement		
1	Développement électronique analogique (Ch Hoareau) : préamplificateur courant, DFC, préamplificateur de charges	
2	Numérique Firmware (L. Gallin-Martel)	
3	ASIC (F. Rarbi responsable, collaborateur O. Rossetto) préamplificateur de courant, QDC TDC, ADC	
Deliverables		
	<ul style="list-style-type: none"> • Electronique discrete <ul style="list-style-type: none"> ○ Préampli courant tension grand gain (proton) ○ DFC T0+3M ○ Préamplificateurs de charges ○ Préamplificateurs charges (ALTO) T0 + 3M ○ QDC ○ TDC (STD 25 ps) sur FPGA • Electronique intégrée (ASIC) <ul style="list-style-type: none"> ○ Préamplificateur courant (gain adapté pour détection d'ions carbone => contrainte plus faible que pour les faisceaux de protons) RUN1 : T0 + 12M ○ QDC 8 voies ○ TDC (STD 12 ps) ○ ADC 8 bits 500 MHz 1 voie RUN1 T0 + 9M RUN2 T0 + 24M ○ ADC 8 bits 500 MHz 4 voies RUN T0 + 39M 	<p>En couleur orange apparaissent les développements en cours, en vert ceux qui sont déjà validés et opérationnels et en noir ceux qui n'ont pas encore démarré</p>
Méthode		
	ASIC : CMOS 130 nm et 65 nm	
Analyse de risques et solutions de remplacement		
	<ul style="list-style-type: none"> • Si R&D ASIC, compte tenu du cahier des charges et du niveau de difficulté, n'aboutit pas, étant donné que toutes les briques existent en électronique discrète il faudra réfléchir à comment les utiliser pour instrumenter un grand nombre de voies en préservant la compacité du dispositif • Besoin de RH pour les développeurs, demande contrat doctoral (ADC 500 MHz 10 bits sujet de thèse), demande systématique CDD dans AàP 	

	DIAMANT ML. GALLIN MARTEL	Réf :	ATRIUM-XXXXX
		Version :	1.0
		Date :	10/05/2023
		Page :	9/10

5 Faisceaux

Tâche 5		Faisceaux	
<i>Responsable / partenaires</i>			
SUBATECH-GIP ARRONAX (C. Koumeir)		IN2P3 : LPSC / LP2I Bordeaux	
<i>Plan de développement et Méthode</i>			
1	Mise en place de bancs de tests		
2	Analyse de données		
3	Comparaison avec les résultats de simulation		
Contribution des partenaires			
	<ul style="list-style-type: none"> Analyse de données Développement des outils de simulation 		
Analyse de risques et solutions de remplacement			
	<ul style="list-style-type: none"> Néant sauf panne accélérateur 		

	DIAMANT ML. GALLIN MARTEL	Réf :	ATRIUM-XXXXX
		Version :	1.0
		Date :	10/05/2023
		Page :	10/10

6 Simulation

Tâche 6		Simulation	
Responsable / partenaires			
LPSC (Y. Arnoud)		IN2P3 : LP2I Bordeaux / SUBATECH – GIP ARRONAX	
Plan de développement			
1	Interfaçage SRIM pour dépôt d'énergie		
2	Résolution des équations de dérivées diffusion avec implémentation piégeage / recombinaison		
3	Interface utilisateur incluant les paramètres utiles pour la simulation (diamant, faisceaux, électronique,)		
PyDiam 2.0			
4	Interfaçage pour d'autres types de particules => Casino, muon ... PyDiam 2.1		
5	Prise en compte de l'endommagement du détecteur PyDiam 2.2		
6	Extension du modèle en 2D PyDiam 3.0		
7	Prise en compte de la configuration cristalline du détecteur PyDiam 3.1		
8	Extension à d'autres matériaux ? PyDiam 4.0		
Deliverables			
	Logiciel de simulation <ul style="list-style-type: none"> ○ PyDiam 2.0 T0 + 6M ○ PyDiam 2.1 T0 + 12M ○ PyDiam 2.2 T0 + 18M ○ PyDiam 3.0 T0 + 33M ○ PyDiam 3.1 T0 + 48M 		
Contribution des partenaires			
	<ul style="list-style-type: none"> • Cahier des charges • Architecture des programmes 		
Méthode			
	<ul style="list-style-type: none"> • Interface Tkinter • Programmation Python 3.0 • Versionnage GitHub 		
Analyse de risques et solutions de remplacement			
	<ul style="list-style-type: none"> • Temps de calculs : dans la version actuelle 1D, les temps de calculs sont réduits, de plus PyDiam présente d'ores et déjà une plus grande souplesse d'utilisation que le logiciel existant TCAD avec la prise en compte des paramètres faisceaux qui n'existe pas dans TCAD, par ailleurs pour la version 2D les temps de calculs seront nécessairement plus long il faudra travailler sur leur optimisation 		