

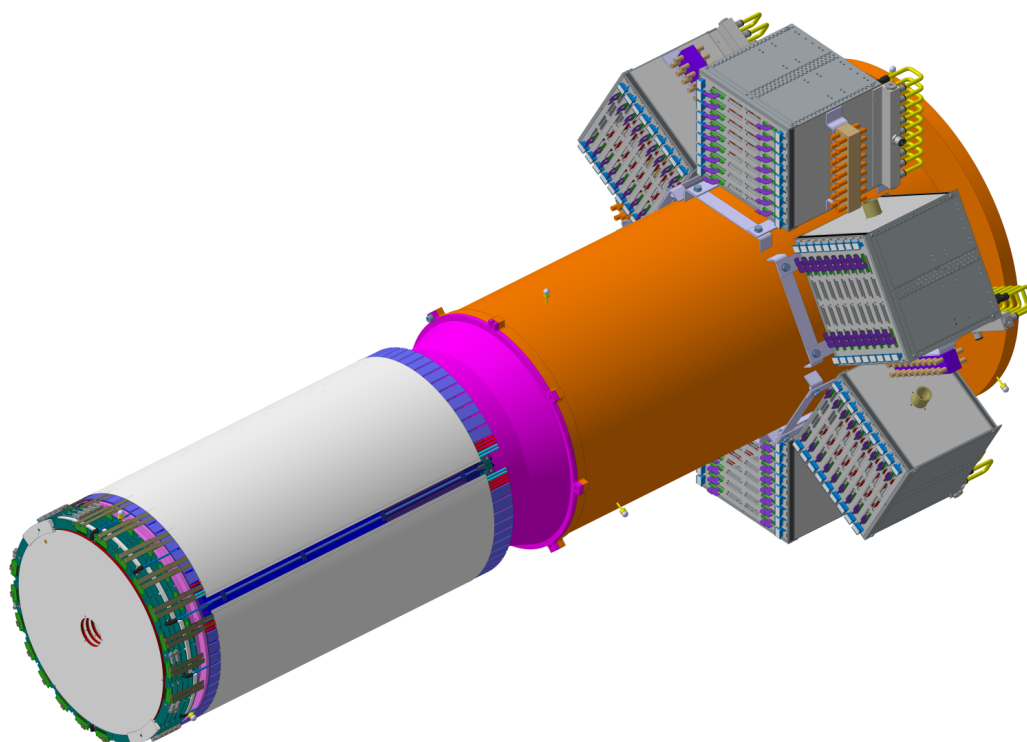
Date Revue	N° de projet	EOTP	Référence
18/11/2011	2075	A-HADRO-04-06-02	CLAS12-Tracker 0014
Responsable Scientifique		Chef de Projet	Rapporteur
Franck Sabatié (SPhN)		Stéphan AUNE (SEDI)	F. Pinsard ; F. Jeanneau

DIFFUSION					
ORGANISMES	Irfu-Dir	Irfu-SEDI	Irfu-SPhN	Irfu-SIS	Autres
DESTINATAIRES	Chef Institut Adjoints Assistants	CdS Adjoint C.P.	CdS Adjoint R.S.	CdS Adjoint .	Rapporteur . .

REFERENTIEL PROJET

CLAS12 Tracker

Addendum 2013-07-29



SOMMAIRE

1.	DOCUMENTS DE REFERENCE	3
2.	Périmètre	4
2.1	EVOLUTION(S) DEPUIS REVUE DE 02/2013	4
2.2	NOUVELLES DEMANDES ET CONTRAINTES	5
3.	Stratégie	Erreur ! Le signet n'est pas défini.
3.1	DESCRIPTION	ERREUR ! LE SIGNET N'EST PAS DEFINI.
3.2	JUSTIFICATION DES CHOIX	ERREUR ! LE SIGNET N'EST PAS DEFINI.
4.	Evolutions techniques générales	5
4.1	SYSTEME « CENTRAL TRACKER »	5
4.2	DETECTEURS.....	7
5.	Organisation du projet (mise à jour du 29/07/2013)	8
5.1	MAITRISE DES RISQUES	8
5.2	PLAN DE DEVELOPPEMENT	8
5.3	PLANNING GENERAL	12
5.4	RESSOURCES FINANCIERES.....	12
5.5	RESSOURCES HUMAINES	12
5.6	UTILISATION DES MOYENS IRFU.....	13
5.7	PLAN DE CHARGE FINANCE	13
5.8	JALONS	13
5.9	TABLEAUX DE BORD	13
6.	GLOSSAIRE.....	Erreur ! Le signet n'est pas défini.

Table des illustrations

Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.

Liste des tableaux

Aucune entrée de table d'illustration n'a été trouvée.

1. DOCUMENTS DE REFERENCE

Tous les documents de référence sont enregistrés dans le répertoire « CLAS12 » sur la zone Dapnia/Data/manip.

[1]. Référentiel Projet CLAS12 Tracker V4 du 23/07/2013

2. PERIMETRE ET STRATEGIE

2.1 EVOLUTIONS DEPUIS LA REVUE DE FEVRIER 2013

Deux évolutions majeures justifient le changement de périmètre du projet depuis février 2013. Tout d'abord, début mai 2013, une revue DOE du projet CLAS12 a eu lieu à Jefferson Lab, avec pour conséquence, la révision du planning du projet. La figure 1 ci-dessous présente le nouveau planning, montrant ainsi l'inversion de l'installation du solénoïde (aimant contenant le détecteur central et donc notre trajectographe) et du tore (aimant dans lequel est installé la partie avant de CLAS12).

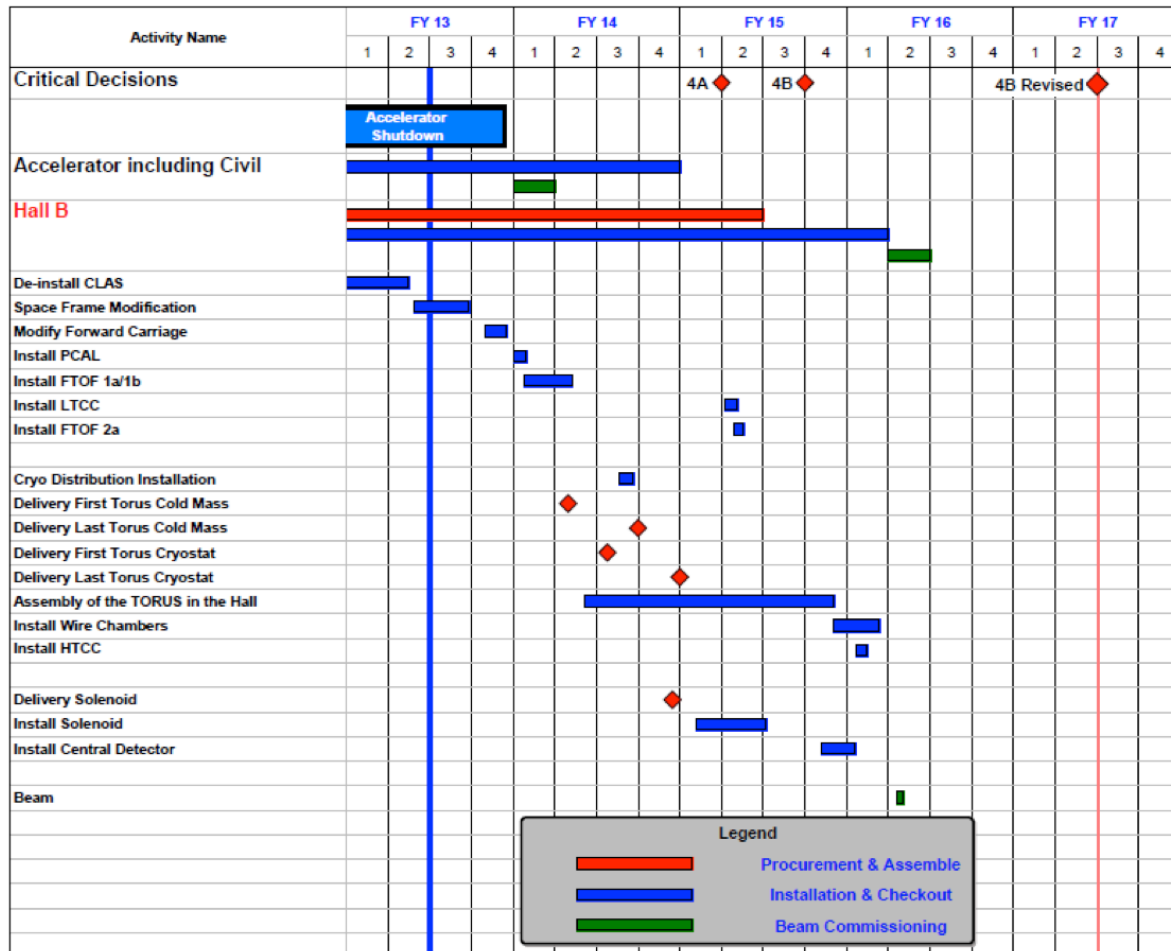


Figure 1 : Nouveau planning pour CLAS12 suivant la revue DOE de mai 2013. « FY » indique « Fiscal Year » ou année fiscale, et commence en octobre de l'année précédente.

L'installation du solénoïde dans lequel notre trajectographe est placé commence début 2015. L'installation du détecteur central est quant à lui programmé entre mars et octobre 2015. C'est donc pendant cette période que nous devons installer notre trajectographe. Le commissioning de tout CLAS12 est ensuite programmé début 2016 pour quelques semaines, suivi d'un arrêt. Le démarrage des expériences de physique aurait enfin lieu mi-2016, et débiterait par le run group dont Saclay est responsable (run group A, avec cible d'hydrogène liquide), qui contient l'expérience dont Saclay est PI : le DVCS à 12 GeV.

Le deuxième événement qui justifie le changement de périmètre est une discussion formelle avec le chef du Hall B à Jefferson Lab début juin 2013. Lors de cette discussion, où le planning nous a été explicité, il est ressorti plusieurs informations cruciales pour notre projet :

- La 4^{ème} couche de SVT étant financée par le DOE, il est indispensable pour le Hall B de procéder à son installation en 2015 et son commissioning en 2016.
- Le chef du Hall B a largement insisté sur la nécessité d'avoir le barrel dans sa configuration optimale pour le démarrage de la physique mi-2016. Cette configuration optimale consiste en 3 couches de SVT et 3 double-couches de barrel, dans sa version résistive pour pouvoir éventuellement supporter une augmentation de la luminosité au delà de $10^{35} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$ pendant le run group A.

- Le Hall B est prêt à investir environ 100k€ supplémentaire dans le projet barrel pour s'assurer de l'installation d'un barrel résistif complet pour mi 2016. Pour rappel, le Hall B investit déjà environ 200k€ dans la partie Forward.

Il est donc apparu indispensable à la suite de cette réunion de juin de changer de stratégie pour le projet, afin de répondre à la fois aux contraintes de l'Irfu et de notre collaborateur principal, le Hall B de Jefferson Lab.

2.2 STRATEGIE ET NOUVELLES DEMANDES

Notre nouvelle stratégie répond aux contraintes de l'Irfu et du Hall B de Jefferson Lab mais aussi aux spécifications demandées, tout en minimisant les risques du projet :

- Installation d'une double-couche Micromegas barrel résistif en plus des 4 couches de SVT en 2015.
- Installation du détecteur Forward Micromegas complet dans la foulée.
- Commissioning de la douche-couche Barrel et du détecteur Forward début 2016, en même temps que le commissioning du reste de CLAS12.
- Lors de l'arrêt qui suit, la 4^{ème} couche de SVT est retirée. Le barrel complet Micromegas résistif est ensuite installé et intégré avec les 3 couches de SVT dans le détecteur central.
- Commissioning sans faisceau pendant l'arrêt, puis avec faisceau pendant le commissioning du run group A (environ 1 semaine de faisceau dédié).
- Prises de données du run group A et en particulier de l'expérience DVCS dès mi-2016.

Cette stratégie d'installation progressive répond aux spécifications de Jefferson Lab en terme de performances, de planning, et permet ainsi de bénéficier de leur aide financière supplémentaire sur le barrel à hauteur de 100k€. D'autre part elle est cruciale pour tester les détecteurs courbes et plans lors de la phase de commissioning en 2016.

En outre, cette stratégie répond également à des contraintes internes telles que : impossibilité de garantir la livraison d'un barrel complet en 2015, difficulté à négocier un budget au SPhN avec un pic énorme en 2014. Le gain de temps permet de passer en technologie résistive et donc permet l'élimination d'un risque majeur lié à l'utilisation de la technologie classique (dite « métallique ») qui fonctionnait avec un taux de décharges important. La technologie résistive permet un gain en S/B d'un facteur 1,5 à 2 avec un temps mort négligeable.

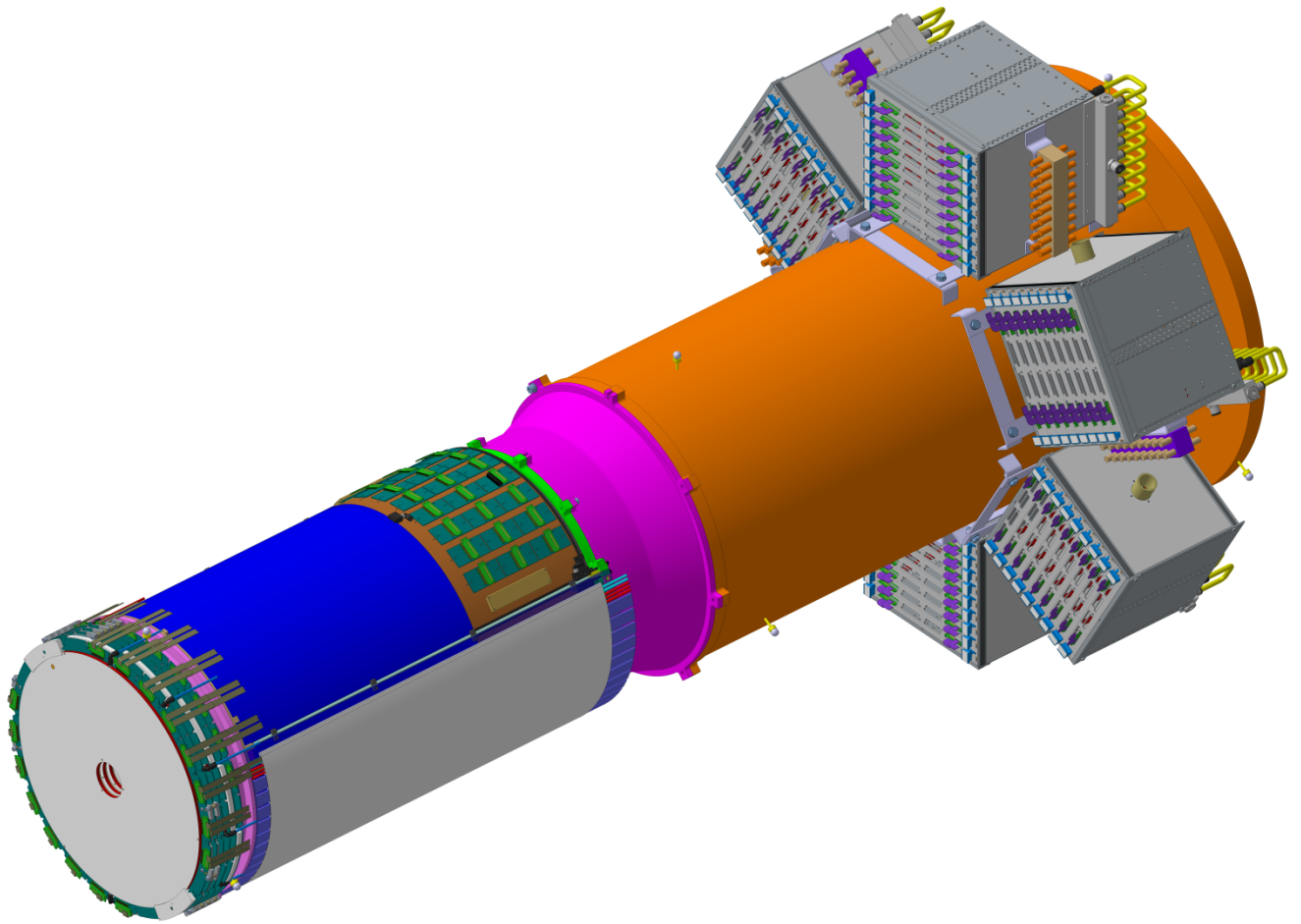
3. EVOLUTIONS TECHNIQUES GENERALES

3.1 SYSTEME « CENTRAL TRACKER »

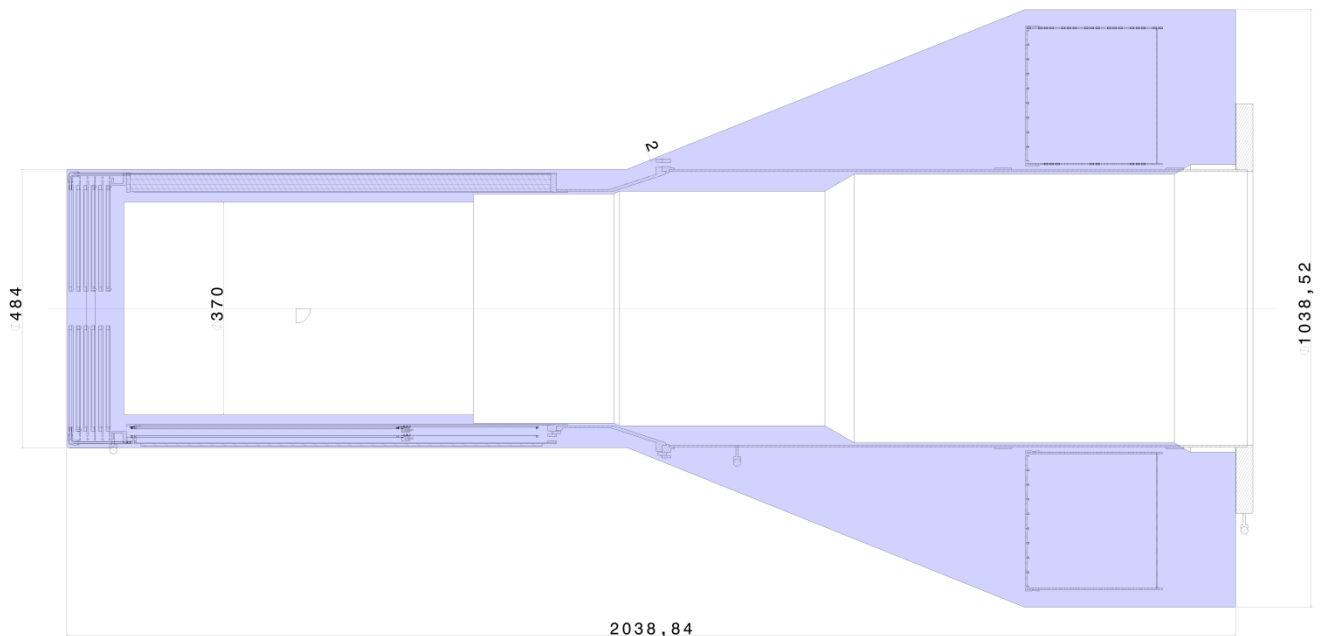
Le central tracker évoluera d'un barrel de 2 couches en 2015 à 6 couches en 2016. A noter que seul le barrel sera complété, les autres éléments, forward, électronique front end et back end, mécanique support et servitude générale resteront identique.

L'intégration du central tracker avec 4 couches de Silicium a réduit l'espace alloué pour les Micromegas et pour leur structure porteuse. La 4^{ème} couche de SVT possèdera une structure indépendante (tube porteur) localisée entre la structure SVT 3 couche et la structure pour les Micromegas. Lors de l'installation du MVT 6 couches cette structure pour la La 4^{ème} couche de SVT sera retirée. Plutôt que de réaliser deux structures porteuse différentes, une solution où seule la bride d'interface barrel est différente a été conçue. Lors de l'intégration des couches supplémentaires le système entier sur tube sera mis en salle blanche pour changer le barillet (de 2 couches à 6 couches), remplir les racks d'électronique et câbler les détecteurs. Le système MVT sera à nouveau monté sur le SVT après une nouvelle caractérisation (métrologie et tests cosmique).

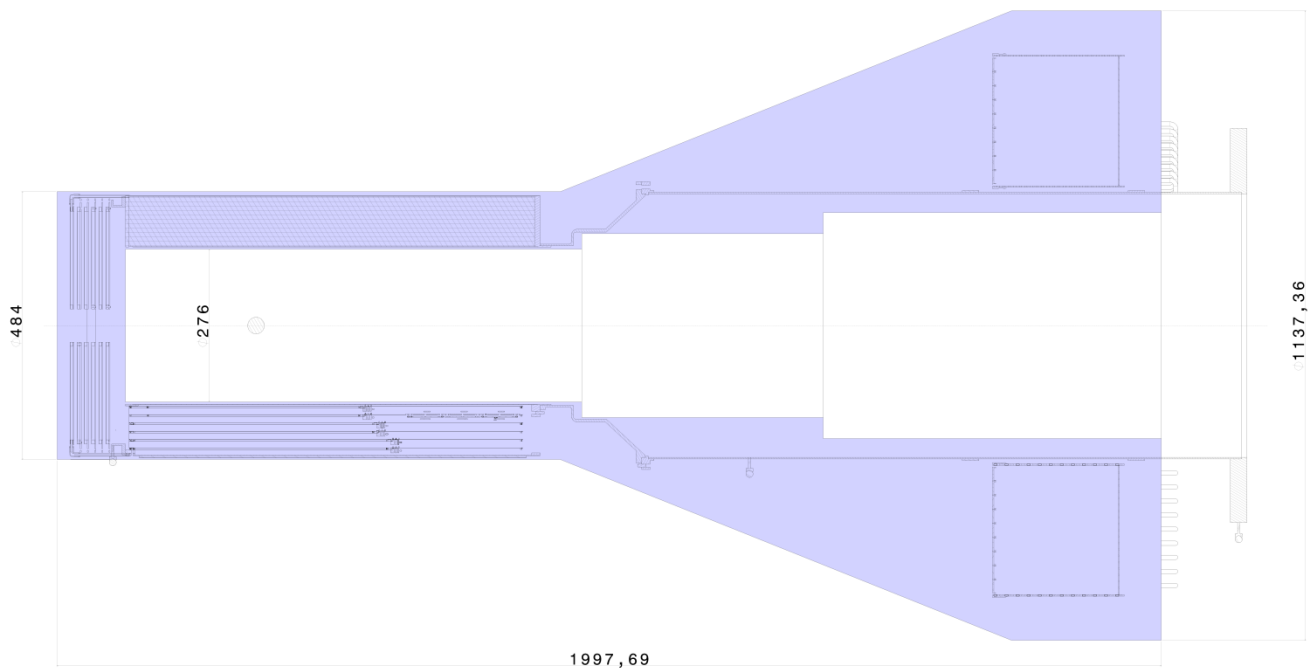
Lors de la réunion de juin et suite au travail de conception la solution SVT4 couches plus deux couches de Micromegas a été validée. Cette solution induit un changement du diamètre du tube porteur avec une nouvelle keepin zone.



Vue système B2 avec 1 capot ouvert



Vue système B2 dans keepin zone central tracker



Vue système B6 dans keepin zone central tracker

3.2 DETECTEURS

Forward

Le forward est composé de 6 disques Micromegas résistif assemblés en sandwich et montés sur une bride d'interface. Il n'y a aucun changement sur ce système, la bride d'interface reste la même. Une réduction d'encombrement en épaisseur, pour les disques et pour la bride, est en cours pour optimiser les zones actives de détection.

Barrel, système d'intégration des tuiles.

Deux systèmes de barillet, B2 et B6, seront conçus et réalisés. Les deux tuiles de détection externe (CR6C et CR6Z) sont compatibles B2 et B6 (même rayon de courbure). Chaque barillet aura une bride d'interface dédiée qui s'adaptera sur le tube porteur. Les barillets sont conçus pour une introduction/extraction radiale des tuiles, ce qui facilite la maintenance (plus de démontage du barillet de la structure pour changer une tuile).

Schéma

En 2015 le barillet B2 sera équipé de 2 couches de tuiles résistives (de type CR6C et CR6Z). En 2016 le barillet B6 équipé des 4 couches internes sera rempli sur site avec les couches externes (B2). En fonction des résultats du commissioning de 2015 des changements pourront être apportés détecteurs aux détecteurs CR6C et/ou CR6Z.

Barrel, détecteurs résistif.

La solution résistive par sérigraphie a été retenue pour la réalisation des détecteurs du barrel. Le test de détecteurs résistifs, fabriqués par application manuelle, a validé la solution de mise en tuile (courbure) des Micromegas résistifs. La mécanique d'intégration courbe reste inchangée entre détecteur non résistif et détecteur résistif.

En 2013 les progrès (CERN et ELVIA) dans l'application des couches résistives par sérigraphie permettent d'envisager une réalisation de l'ensemble des tuiles du barrel. Cette technologie par sérigraphie, mature dans l'industrie, ne nécessite pas de modification majeure pour être appliquée à des planchers de détection. Les détecteurs de présérie CR6Z seront commandés à l'automne 2013.

Le changement pour le résistif implique une surveillance accrue de la propreté des détecteurs car ils ne peuvent être débarrassés de leurs impuretés (poussières) par cuisson électrique (claquage). Les étapes d'intégration seront réalisées en salle blanche après nettoyage intense à Saclay des planchers de détection (Ultrason et jets d'eau DI chaude sur nettoyeur du labo bulk) et de la mécanique courbe. Une adaptation du système de gaz barrel avec des filtres, déjà prévue pour le forward, sera effectuée. Si un détecteur venait à débiter du courant

(pollution externe) les tests existants montrent que seules les pistes « polluées » sont inopérantes, le détecteur restant opérationnel malgré ce courant de fuite.

Conception détecteur

La mise en place au Sédi d'un poste de dessins et conception des détecteurs via une CAO électronique dédiée facilitera la conception des couches de détection. Le détecteur présérie CR6Z à été dessiné en interne de cette façon et va être mis en production. Un CDD est attendu pour début 2014 pour prendre en charge le dessin des couches restantes. Le gain en productivité avec une conception interne est de l'ordre de 2 mois et 5 k€ par type de détecteurs.

Production des détecteurs résistifs

L'ensemble de la production des détecteurs résistifs sera confié au CERN qui sous traitera les PCB à la société ELTOS qui a produit tout nos prototypes.

3.3 ELECTRONIQUE

Les racks d'électronique frontale livrés en 2015 seront équipés pour le forward et la version 2 couches. Lors de l'intégration des 4 couches supplémentaires les cartes FEU correspondantes seront mise en place dans les racks. Le backend livré en 2015 sera le système définitif.

Les commandes pour les cartes et les limandes seront faite en plusieurs étapes.

3.4 SERVITUDES

L'ensemble des servitudes nécessaires sera livré en 2015.

Une majeure partie des alimentations des détecteurs et de l'électronique à déjà été achetée pour tester le système, le reste des cartes sera intégré en 2016.

Pour le système gaz, l'intégralité du système de distribution sera livrée en 2015.

4. ORGANISATION DU PROJET (MISE A JOUR DU 05/09/2013)

4.1 MAITRISE DES RISQUES

Le changement de périmètre induit une modification des risques suivants :

Technologie résistive

Risque lié au courant de fuite dans le détecteur. Risque minimisé par une propreté accrue et la possibilité de fonctionner en présence de courant de fuite.

Production des détecteurs résistifs

Risque lié à l'approvisionnement au CERN. Risque minimisé par un suivi et un contrat entre l'IRFU et le CERN. Les capacités de production du CERN sont amenées à augmenter prochainement.

Efficacité détecteur

Risque lié au taux de claquage (1 Hz initialement) et au rapport S/B limité par un gain initial faible. Risque de claquage éliminé par la technologie résistive. Augmentation du rapport S/B d'un facteur 1,5 à 2. Plus de segmentation de la mesh.

Planning

Risque lié au planning initial serré. Risque diminué par l'année supplémentaire avant l'installation finale.

4.2 PLAN DE DEVELOPPEMENT

4.2.1 Barrel

3eme trimestre 2013 :

- Validation du choix du type de PCB de dérive utilisé dans la fabrication des détecteurs
- Validation du design détecteur CR6-Z résistif :
- Validation du plan de fabrication du PCB des détecteurs (et dérive) CR6 type Z résistif (design version finale)
 - = revue interne projet + revue labo électronique CERN

Note : Plans de fab réalisés en interne Sédi.

4eme trimestre 2013

- Intégration et test sous flux de la dérive prototype type TF10.
 - = Dérive détecteurs validée
- design et fabrication des outillages d'intégrations.
- lancement en fabrication, réception et intégration des détecteurs présérie CR6Z résistif.
- Réalisation des plans de fabrication du PCB des détecteurs CR6C résistif
 - = revue interne projet + revue labo électronique CERN

1er trimestre 2014

- Test des détecteurs CR6 type Z résistif (fonctionnement/perf et métrologie dimensionnelle).
 - = Détecteurs CR6-Z résistif validés
- Lancement en fabrication, réception et intégration des détecteurs présérie CR6C résistif.
- Test des détecteurs CR6 type C résistif.
 - = Détecteurs CR6-C résistif validés

2eme trimestre 2014

- Corrections mineures sur les plans de fabrication des détecteurs CR6 type Z & C résistif.
- Lancement en fabrication et réception des détecteurs CR6 type Z & C résistif.

3eme trimestre 2014

- Intégration, test et métrologie dimensionnelle des détecteurs CR6 type Z & C résistif.
 - = Détecteurs expérience fabriqués et testés

4eme trimestre 2014

- Intégration des détecteurs sur la mécanique Barrel + tests cosmique d'ensemble

1er trimestre 2015

- Intégration sur site à Jlab

2eme -4eme trimestres 2015

- Design final et fabrication barillet B6
- Réalisation des plans de fabrication du PCB des détecteurs CR4C à CR5C
- Lancement en fabrication et réception des détecteurs CR4C à CR5C
- Intégration et test des détecteurs CR4C à CR5C

1er trimestre 2016

- Commissioning Jlab B2
- Test B6 complet

2eme trimestre 2016

- Intégration à Jlab version complète

3eme trimestre 2016

- Prises de données

4.2.2 Forward

Le prototypes de détecteur Forward a été testé et validé pendant les deux premiers trimestres de l'année 2013.

Quatrième trimestre 2013

- Tests pour l'optimisation des pistes résistives (valeurs de la pâte résistive, pistes à échelle, ...)
- Choix du mélange gazeux (ex : COMPASS [Ar/Ethane/Iso 80 :10:10] ou MVT [Ar/Iso])
- Finalisation de la maquette pour l'interface MVT/ FMT au BE
- Finalisation des plans mécaniques/Gerbers d'un détecteur final au Cern car ayant l'expérience de la conception et de la réalisation du prototype et de la sérigraphie
- Fabrication de deux planchers détecteurs de pré-série au Cern (sérigraphie chez Chardonney)
- Fabrication de leurs corps de chambre, de leurs dérives, de leurs boîtiers HT, etc.

- Assemblage, tests (banc cosmique, ...) et validation des détecteurs de la pré-série à Saclay qui pourront servir de détecteurs de rechange

Premier trimestre 2014

- Ajustement au besoin des procédés de fabrication et d'assemblage
- Lancement en fabrication des planchers détecteurs de la série (6+1 détecteurs) au CERN
- Fabrication de la totalité des corps de chambre, des dérives, des boîtiers HT, etc.
- Assemblage, tests et validation en parallèle des détecteurs de la série à Saclay

Deuxième trimestre 2014

- Poursuite de la fabrication des détecteurs de la série au CERN
- Assemblage, tests et validation en parallèle des détecteurs de la série à Saclay
- Fabrication de la mécanique interface MVT/FMT

Troisième trimestre 2014

- Assemblage et tests (banc cosmique, etc.) de l'ensemble des 6 détecteurs nominaux sur la mécanique d'interface MVT/FMT avec électronique et limandes au complet

Quatrième trimestre 2014

- Assemblage et tests du MVT/FMT (Forward+Barrel)
- Préparation de la livraison à JLab pour le premier trimestre 2015 (boîtes de transport, démarches administratives, ...)

Premier trimestre 2015

- Envoi du FMT
- Installation et mise en service sur site

1er trimestre 2016

- Commissioning Jlab forward

4.2.3 Electronique

4eme trimestre 2013

- Production de 100 limandes Forward
- Production du deuxième lot de 360 ASICs DREAM
- Production d'une présérie de 10 cartes FEU
 - Finalisation du progiciel FEU
- Développement de l'électronique BEU à base du matériel JLAB
- Validation des développements FEU (et BEU) avec les détecteurs

1er trimestre 2014

- Production du troisième lot de 760 ASICs DREAM
- Validation de l'ensemble de système de lecture en banc de tests cosmique
- Production de l'ensemble des limandes Barrel

2eme trimestre 2014

- Production d'une première série de 35 cartes FEU
- Finalisation du logiciel de contrôle du système de lecture
 - Logiciel de contrôle bas niveau « slow control »
 - Logiciel de contrôle « on-line »

3eme trimestre 2014

- Finalisation de l'ensemble des servitudes électronique
 - Système de la basse tension
 - Système de refroidissement
 - Réseau de contrôle bas niveau
 - Validation d'interopérabilité et d'interdépendances des services

4eme trimestre 2014

- Intégration de l'électronique frontale sur le tube porteur
- Tests de validation

1er trimestre 2015

- Intégration sur site à Jlab

2eme-4eme trimestres 2015

- Prise de données Jlab
- Production de la deuxième série de 35 cartes FEU

1er trimestre 2016

- Test B6 complet

2eme trimestre 2016

- Intégration à Jlab version complète

3eme trimestre 2016

- Prise de données

4.2.4 Mécanique

3eme trimestre 2013 :

- Design 3D des solutions B2 et B6 avec les interfaces central tracker :
- Dessins maquette tube
- Test système refroidissement crate électronique

4eme trimestre 2013

- Finalisation interface fixation/alignement dans central tracker
- Design final barillet B2
- Fabrication maquette tube
- Design final & approvisionnement préserie refroidissement crate électronique

1^{er} trimestre 2014

- Validation interfaces central tracker
- Design des outillages d'intégration
- Fabrication barrel B2
- Approvisionnement refroidissement crate électronique

2eme-4eme trimestre 2014

- Design et fabrication tube support et outillages
- Design barillet B6

1er trimestre 2015

- Fabrication barrel B6

4.2.5 Servitudes gaz

3eme trimestre 2013 :

- Etude système gaz
- Interface Jlab (sécurité, approvisionnement)

4eme trimestre 2013

- Design rack distribution gaz

1^{er} trimestre 2014

- Fabrication rack gaz présérie de laboratoire

2eme-3eme trimestre 2014

- Fabrication rack gaz forward et barrel

1er trimestre 2015

- Installation sur site

4.3 PLANNING GENERAL

Planning project

4.4 RESSOURCES FINANCIERES

L'impact financier de la solution avec une installation progressive est léger car seule la mécanique support barillet et la bride d'interface sont dupliqués. Le coût supplémentaire est d'environ 30 k€ pour le deuxième système. Le remplissage progressif des couches permet d'étaler les coûts du projet durant la phase de production. Cet étalement, naturel pour les détecteurs, peut aussi être appliqué aux cartes électroniques et aux limandes. Le surcout dû au passage résistif (plancher et propreté/filtrage) est de l'ordre de 1.5 k€ par détecteur, soit 36 k€ pour un barrel complet avec spare.

Ce coût supplémentaire de 66 k€ est compensé par des économies sur les cartes électroniques (-46 k€) et par la participation de Jlab (-100 k€) qui soutient la technologie résistive.

item	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
RD et instal barrel	23							23
Barrel detecteur	22	66	66	62				216
Barrel élec	23	60	100	87				270
méca tube	9	63	20					92
Forward Barrel	14	37	0					50
Forward élec	28	56	13					98
Total	118	282	199	149	0	0	0	749
Subvention								
HP3	10							10
Jlab	89	94	67	20				270
ANR SPLAM		40						40
IRFU FBr	19	148	132	129	0	0	0	429

Tableau 1 : Investissement CLAS12

L'implantation en deux étapes induit une dépense de mission supplémentaire de 24 K€.

mission	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Total
	7,5	7,5	25	43	12	0	0	95

Tableau 2 : Investissement mission

4.5 RESSOURCES HUMAINES

Barrel

Pour l'équipe Barrel il y a un étalement de la charge de travail jusqu'à fin 2016. L'allègement dû à la réduction du nombre de couches initiales concerne l'équipe d'intégration en 2013.

Forward et électronique

Les ressources humaines restent identiques avec un étalement jusqu'en 2016.

Mécanique

Pour la mécanique cela entraîne l'étude, déjà faite à 70%, d'un barillet supplémentaire et une étude des interfaces double. Le changement est de l'ordre de 0,3 h.an sur 2 ans.

Contrôle-commande

Les demandes de ressources des deux dernières revues n'ont pas pu être honorées par manque de personnel. Pour Clas12 l'étude et la réalisation d'un système de contrôle de la distribution de gaz est important car les détecteurs courbe, et donc mince, sont sensibles à la surpression et étant résistif à la pureté du gaz. Les études doivent être engagées fin 2013 pour pouvoir livrer en 2015.

Tableau RH

4.6 UTILISATION DES MOYENS IRFU

Utilisation de nouveaux moyens :

Pour la conception, la CAO détecteur Sédi sera utilisée. Cette CAO fonctionnant avec un CDD les coûts budgétisés en externe seront rebasculés en interne.

Pour le nettoyage des détecteurs la machine du labo bulk sera utilisée pour l'ensemble de la production. Le temps d'utilisation est de l'ordre de 90 jours sur 3 ans.

Le passage au résistif impliquera une présence accrue en salle blanche de 2014 à 2016. La moitié de la salle blanche 100.000 du bâtiment 536 sera occupée par CLAS12.

4.7 PLAN DE CHARGE FINANCE

4.8 JALONS

4.9 TABLEAUX DE BORD