



HAL
open science

Rapport d'apprentissage DUT GMP

Fauconnier Killian

► **To cite this version:**

| Fauconnier Killian. Rapport d'apprentissage DUT GMP. [Stage] IUT evry. 2022. cea-03721344

HAL Id: cea-03721344

<https://cea.hal.science/cea-03721344>

Submitted on 12 Jul 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



**RAPPORT D'APPRENTISSAGE
(2 ANS)**

Principal projet mené en entreprise :
RECONFIGURATION D'UN MOYEN DE CONTRÔLE ET MESURE

◆◆◆

FAUCONNIER KILLIAN

Nombre de pages : 44

Killian FAUCONNIER

Université d'Evry-Val d'Essonne-IUT

CEA – Chemin grand Rué, 91680 Bruyères le châtel

Formation Apprentissage 2^{ème} année DUT GMP (FA2)

Apprentissage se déroulant du 3 septembre 2020 au 2 septembre 2022

Maître d'apprentissage : FROIDEFOND Thierry

Tuteur pédagogique : FEIZ Amir

**RAPPORT D'APPRENTISSAGE
(2 ANS)**

**Principal projet mené en entreprise :
RECONFIGURATION D'UN MOYEN DE CONTRÔLE ET MESURE**

◆◆◆

FAUCONNIER KILLIAN

Nombre de pages : 44

Killian FAUCONNIER

Université d'Evry-Val d'Essonne-IUT

CEA – Chemin grand Rué, 91680 Bruyères le châtel

Formation Apprentissage 2^{ème} année DUT GMP (FA2)

Apprentissage se déroulant du 3 septembre 2020 au 2 septembre 2022

Maître d'apprentissage : FROIDEFOND Thierry

Tuteur pédagogique : FEIZ Amir

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier les chefs de services successifs à savoir Éric et Christophe, pour l'accueil et l'encadrement qu'ils s'attachent à donner aux apprentis au sein du service.

Je remercie tout particulièrement mon maître d'apprentissage Thierry FROIDEFOND pour sa disponibilité, ses conseils, sa confiance, et pour m'avoir guidé et encadré tout au long de mon apprentissage.

Mes remerciements vont également à Kévin et Alexandre qui m'ont accueilli et accompagné au montage. Ils ont été très pédagogues et ont fait preuve de patience et de bienveillance afin que mon apprentissage se déroule de la meilleure des façons.

Je n'oublie pas d'associer à ces remerciements Monsieur Amir FEIZ, mon tuteur pédagogique et professeur à l'université d'Evry, qui s'est déplacé sur mon lieu de travail afin de constater l'avancement et la qualité de mes travaux.

Enfin, je tiens à remercier l'ensemble du personnel et du service CEF pour le temps qu'ils m'ont consacré et le partage de leurs connaissances.

RESUME

J'ai réalisé mon apprentissage au CEA/DAM Île de France aux côtés de Thierry FROIDEFOND qui est mon maître d'apprentissage et Amir FEIZ, mon tuteur pédagogique. Cet apprentissage a débuté le 3 septembre 2020 et prend fin le 2 septembre 2022. J'ai eu la chance d'évoluer au sein du Service Conception des Expérimentations Froides (SCEF), plus précisément dans mon laboratoire d'accueil où j'occupe le poste d'Agent Assemblage et Contrôle qui consiste à assurer l'assemblage et le contrôle dimensionnel des expériences prototypes. De même ce laboratoire participe aux études et aux développements de moyens pour améliorer la précision des contrôles dimensionnels du laboratoire. En parallèle de cela j'ai un projet majeur qui consiste à reconfigurer un moyen de contrôle et mesure. Une fois ce projet bien cerné, j'ai été amené à réaliser un cahier des charges fonctionnel (CDCF) pour un prochain moyen de contrôle, nécessaire à la caractérisation des Sous-Ensembles Mesures (SEM) utiles aux expériences froides.

Une première étape de mon apprentissage a consisté à m'immerger dans les aspects de base du métier et de l'équipe. J'ai pu participer puis réaliser en autonomie les assemblages et les contrôles d'édifices simples contenant des sous-ensembles mesures relativement peu instrumentés. Cette étape m'a permis d'apprendre les subtilités du métier et mieux comprendre le besoin du projet majeur que mon maître d'apprentissage m'a confié : la reconfiguration d'un moyen de contrôle et mesure de sous-ensemble complexe et très instrumenté.

J'ai pu ensuite proposer, après une analyse de l'existant et une définition du besoin, de reconfigurer le banc de contrôle qui était fonctionnel auparavant.

Pour ce projet j'ai identifié les pièces disponibles, manquantes ou à remettre en état afin de lancer les commandes et la fabrication.

Mon deuxième projet fût d'élaborer un CDCF utile pour la recherche d'un futur moyen de contrôle et mesure, dans le respect du planning.

Ce rapport d'apprentissage décrit le déroulement de mes projets ainsi que ma participation dans le rôle d'agent d'assemblage et contrôle.

ABSTRACT

I did my apprenticeship at CEA/DAM Ile de France with Thierry FROIDEFOND who is my apprenticeship master and Amir FEIZ, my educational tutor. This apprenticeship started on september 3rd 2020 and ends on september 2nd 2022. I had the chance to work in the cold experiments design departement (SCEF), more precisely in my host laboratory where I held the position of Assembly and Control Agent (AAC) that consists of ensuring the assembly and dimensional control of prototype experiments. The laboratory also participates in the study and development of means to improve the precision of the laboratory's dimensional controls. In parallel, I have a major project which consists of reconfiguring a control and measurement system. Once this project was well defined, I had to draw up a functional specification (CDCF) for the next checking fixture, needed to characterise the measurement sub-assemblies (SEM) useful for cold experiments.

A first step in my apprenticeship was to immerse myself in the basic aspects of the job and the team. I was able to participate and then carry out independently the assemblies and controls of simple buildings containing relatively uninstrumented measurement sub-assemblies. This stage allowed me to learn the subtleties of the profession and to better understand the needs of the major project that my apprenticeship master entrusted me : the reconfiguration of a control and measurement system for a complex and highly instrumented sub-assembly.

I was then able to propose, after an analysis of the existing situation and a definition of the need for, to reconfigure the control bench which was previously functional.

For this project I identified the parts available, missing or to repair in order to launch the orders and the manufacturing.

My second project was to elaborate a CDCF useful for the research of a future checking fixture, in the respect of the planning.

This learning report describes the course of my projects and my participation in the role of Assembly and Control Officer.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	7
1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET POSITIONNEMENT DE L'ACTIVITE AU SEIN DE CELLE-CI.....	8
1.1. LE COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES (CEA).....	8
1.2. LA DIRECTION DES APPLICATIONS MILITAIRES (DAM)	10
1.3. POSITIONNEMENT AU SEIN DE L'ENTREPRISE.....	12
2. LES ACTIVITÉS MÉTIER	14
2.1. PRESENTATION DE L'ACTIVITE (AAC).....	14
3. RECONFIGURATION D'UN MOYEN DE CONTRÔLE ET MESURE.....	26
3.1. PRESENTATION DU PROJET	26
3.2. ETUDE DU MOYEN FONCTIONNEL DE CONTROLE ET MESURE	29
3.3. DEVELOPPEMENT DU PROJET ET ETAT D'AVANCEMENT	30
4. ELABORATION D'UN CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL.....	32
4.1. INTRODUCTION.....	32
4.2. ANALYSE FONCTIONNEL	32
4.3. BILAN ET CONTINUITE DU PROJET.....	34
CONCLUSION	35
ANNEXES	36
SITOGRAFIE.....	41
INDEX	41
GLOSSAIRE	42
TABLE DES MATIERES.....	43

INTRODUCTION

Ce rapport marque la fin de ma période d'alternance mais également la fin de mon DUT GMP à l'IUT d'Evry. Il présente la synthèse des travaux réalisés dans le cadre de mon apprentissage.

J'ai effectué mon stage d'apprentissage au sein de la Direction des Applications Militaires (DAM) du CEA à Bruyères-le-Châtel dans l'Essonne. Il s'est déroulé du 2 septembre 2020 au 3 septembre 2022 avec un rythme de 25 semaines à l'IUT et 27 semaines en entreprise au cours de la première année puis 21 semaines à l'IUT et 31 semaines en entreprise pour la deuxième année. Celui-ci a été encadré par mon maître de stage, Monsieur Thierry FROIDEFOND et mon tuteur pédagogique, Monsieur Amir FEIZ.

Intégré depuis le mois de septembre 2020 dans un des laboratoires du Département Conception et Réalisation des Expérimentations (DCRE), mon activité s'inscrit dans une démarche de reconfiguration d'un moyen de contrôle et mesure. Ce dernier sert à mon laboratoire d'accueil à déterminer la position et l'orientation des diagnostics par rapport à un référentiel de sous-ensemble mesure (SEM) dans le cadre des expériences froides.

Au travers de ce rapport nous nous demanderons alors quels sont les moyens mis en œuvre par le laboratoire pour garantir une précision optimale sur les mesures de positionnement des diagnostics.

Dans un premier temps je présenterai l'entreprise ainsi que le positionnement de mon activité au sein de celle-ci. Ensuite j'énoncerai les missions qui m'ont été confiées au cours de ces deux années au travers du suivi d'une expérience. Enfin, je parlerai du sujet principal de mon alternance à savoir la reconfiguration d'un banc de contrôle et mesure et l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel.

Pour finir, une conclusion technique et personnelle viendra clore ce document.

1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET POSITIONNEMENT DE L'ACTIVITE AU SEIN DE CELLE-CI

1.1. LE COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES (CEA)

1.1.1. Historique

De fin du XIXème siècle aux années trente, des chercheurs isolés ont assuré le développement des connaissances dans le domaine de l'atome. Grace aux travaux de Pierre et Marie CURIE, la France devint l'un des pays les plus avancés dans ce domaine. Au terme de la seconde Guerre Mondiale, l'enjeu stratégique de nucléaire fut clairement mis en évidence.

Créé le 18 octobre 1945 par le Général de Gaulle, le CEA a pour mission de conduire les recherches dans les domaines nucléaires de la science, de l'industrie et de la défense, dans le but d'assurer à la France une indépendance nucléaire et une défense nationale autonome.

Afin de valider de nouveaux concepts physiques et les évolutions apportées aux armes, les ingénieurs de la Direction des Applications Militaires (DAM) du CEA, en charge de leur conception et de leur fabrication, ont réalisé 210 explosions expérimentales (au Sahara et dans le Pacifique) de 1960 à 1996. Ces essais nucléaires ont été déterminants pour la mise au point et le perfectionnement des armes, ainsi que pour la création d'une force de dissuasion.

Après une dernière campagne d'essais en Polynésie (entre 1995 et 1996), la France a signé le Traité d'Interdiction Complète des Essais nucléaires (TICE), approuvé en 1998 par le Parlement.

Désormais, les ingénieurs font appel aux moyens techniques et informatiques les plus sophistiqués dans le cadre d'un vaste programme baptisé *Simulation*. Ce programme utilise la simulation numérique pour modéliser les phénomènes physiques dans le fonctionnement d'une arme grâce aux calculateurs, il comporte trois volets :

- La physique de base, c'est-à-dire l'ensemble des études destinées à comprendre et modéliser au plus près chacun des phénomènes physiques élémentaires.
- La simulation numérique, c'est-à-dire l'utilisation de logiciels de calculs adaptés et d'ordinateurs de très grande capacité (actuellement, le super ordinateur TERA 1000),

- La validation expérimentale, fondée d'une part sur l'exploitation des résultats des essais nucléaires passés, et d'autre part par l'utilisation d'outils expérimentaux nouveaux, permettant une validation par partie. Dans le cadre de mon sujet, le type d'expérience mise en œuvre est dite « froide ».

1.1.2. Le CEA, un acteur clef de la recherche technologique

Le Commissariat à l'Energie Atomique et aux Energies Alternatives (CEA) joue un rôle majeur dans le domaine de la recherche, du développement, de l'innovation et de la dissuasion nucléaire. En effet il intervient dans le cadre de quatre domaines d'activités :

- La défense et la sécurité globale
- Les énergies bas carbone (nucléaire et renouvelables)
- La recherche technologique pour l'industrie
- La recherche fondamentale

De plus le CEA est le seul organisme de recherche français, à figurer dans le Top 100 mondial des acteurs de l'innovation. Pour la dixième année consécutive, le CEA paraît dans ce classement grâce à sa politique en matière de propriété intellectuelle. En 2020, malgré la pandémie de COVID-19, plus de 640 demandes de brevets ont été déposées. Le CEA dépose en priorité dans les domaines de la microélectronique, des nouvelles technologies de l'énergie (NTE) et de la santé. Ces brevets viennent renforcer un socle, reconnu mondialement, d'excellence scientifique, et conforter le portefeuille de titres du CEA constitué de plus de 7000 familles de brevets actives dans ces secteurs en pointe.

Le CEA est un Etablissement Public à caractère Industriel et Commercial (EPIC) qui emploie environ 20 000 salariés (techniciens, ingénieurs, chercheurs et collaborateurs) répartis sur 9 centres localisés sur toute la France (figure 1). Son budget s'élève à 5 milliards d'euros (chiffres publiés fin 2019).

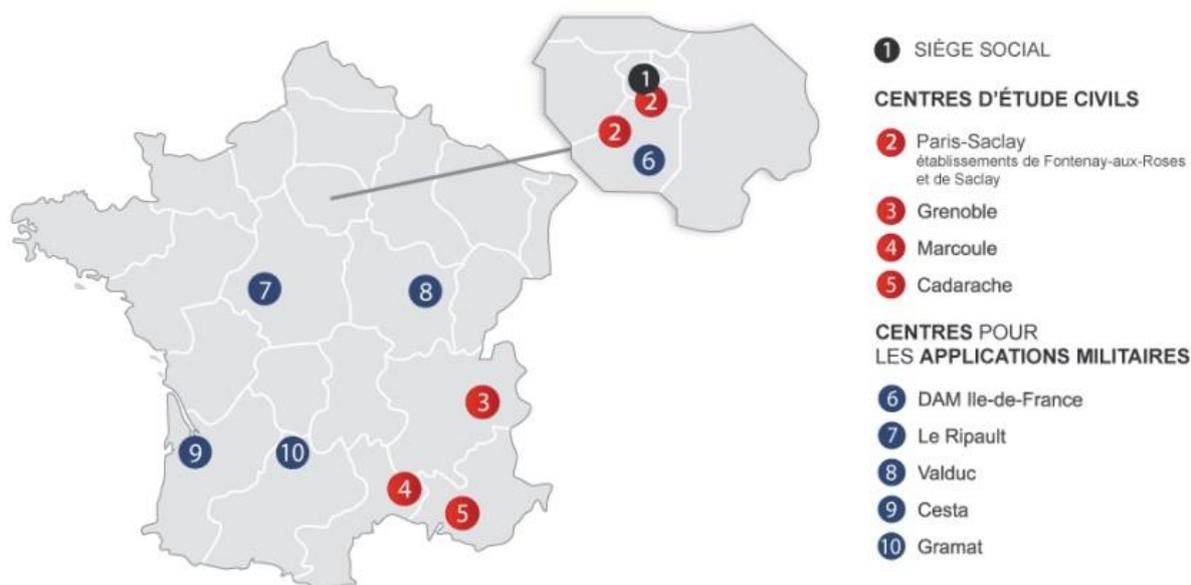


Figure 1 : Les différentes localisations des centres CEA.

1.2. LA DIRECTION DES APPLICATIONS MILITAIRES (DAM)

1.2.1. Une direction au service de la dissuasion

La Direction des applications militaires du CEA mène à bien les missions que lui confie le gouvernement, notamment en ce qui concerne le développement des outils du Programme Simulation visant à garantir la pérennité et la crédibilité de la dissuasion française à la suite de l'arrêt des essais nucléaires en 1996. De plus elle a en charge la conception, la fabrication, la maintenabilité en condition opérationnelle, puis le démantèlement des têtes nucléaires qui équipent les forces nucléaires aéroportée et océanique françaises.

Désormais, elle est en mesure de garantir sur le long terme, la fiabilité et la sûreté des têtes sans recourir à des essais nucléaires. La priorité de la DAM est de mettre en œuvre le programme Simulation. L'enjeu de ce programme consiste à reproduire par le calcul les différentes phases du fonctionnement d'une arme nucléaire, en faisant appel à la physique de base, à la modélisation numérique et à d'importants moyens en informatique scientifique.

Les activités de conception et de réalisation des réacteurs équipant les bâtiments de la marine nationale (sous-marins et porte avion) sont sous la responsabilité de la DAM. Elle apporte son soutien à la Marine nationale pour le suivi en service et le maintien en condition opérationnelle de ces réacteurs.

La DAM est également responsable de l'approvisionnement des matières nucléaires stratégiques pour les besoins de la dissuasion.

Dans un monde en profonde mutation, la DAM contribue aussi à la sécurité nationale et internationale à travers l'appui technique qu'elle apporte aux autorités, pour les questions de lutte contre la prolifération nucléaire, le terrorisme et de désarmement.

Depuis le transfert du centre de Gramat en 2010 de la Direction générale de l'armement au CEA, la DAM apporte son expertise à la défense dans le domaine de l'armement conventionnel.

1.2.2. Une direction actrice de la politique industrielle française

La DAM partage très largement son activité avec l'industrie française : Le montant des achats auprès de celle-ci représente plus des deux tiers de son budget ; le dernier tiers se répartit entre les salaires des personnels (un cinquième) et les taxes.

La politique industrielle de la DAM est originale à plus d'un titre :

- D'abord parce que la DAM conserve la maîtrise d'œuvre d'ensemble de la grande majorité des systèmes dont elle a la responsabilité : elle s'appuie ainsi tant sur les grands groupes industriels de la défense que sur les PME, souvent innovantes, en répartissant ses opérations et contractualisant ainsi au juste coût ;
- Ensuite, parce que la répartition de son budget est à la base de la répartition des travaux : la DAM conduit la recherche dans ses laboratoires grâce à son personnel de haut niveau scientifique et technologique. Une fois la définition d'un produit acquise, la DAM transfère la définition et les procédés vers les industriels qui en réalisent le développement, puis la production.

La DAM a également pour objectif de développer l'ancrage de ses centres dans la vie économique locale par leur implication dans les pôles de compétitivité.

Elle valorise ses recherches par le transfert de technologies vers l'industrie et le dépôt de nombreux brevets.

1.3. POSITIONNEMENT AU SEIN DE L'ENTREPRISE

Organigramme :

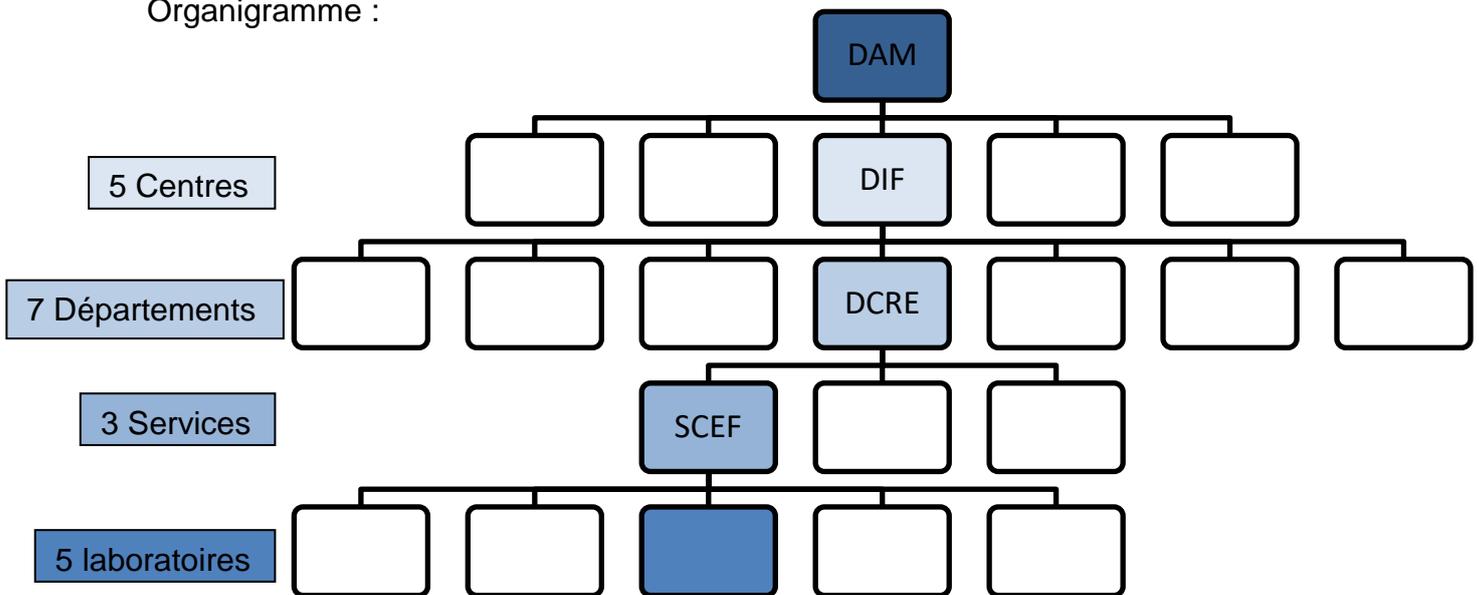


Figure 2 : Organigramme

1.3.1. Le Service Conception des Expérimentations Froides (SCEF)

Le service « Conception des Expérimentations Froides » (SCEF) est un des trois services du Département Conception et Réalisation des Expérimentations (DCRE) de la DIF.

Il est chargé :

- de la Maîtrise d'œuvre des expérimentations froides,
- de la conception des expériences froides,
- des études technologiques d'intégration et de la définition des édifices expérimentaux instrumentés,
- des études et développements de nouveaux diagnostics et des chaînes de mesures,
- des méthodes d'exploitation et de traitement des résultats,
- de la maîtrise des moyens de gestion de projet des Tirs Froids (planification, suivi qualité et archivage).

Le laboratoire dans lequel je suis intégré s'occupe principalement de la conception des expériences froides, je définirai ce terme dans la présentation de mon activité.

1.3.2. Mon laboratoire d'accueil

Au sein du service on retrouve le laboratoire dans lequel je suis intégré. Il est chargé :

- du suivi des études d'architecture et d'intégrations des édifices expérimentaux,
- d'établir les gammes de montages des édifices expérimentés, de concevoir et de faire réaliser les outillages associés et de définir les modalités de contrôles dimensionnels qui leur sont liées,
- de l'assemblage et du contrôle des expérimentations,
- de l'organisation et de la livraison sur le site d'expérimentation des différents sous-ensembles,
- de contrôler la conformité des édifices expérimentés.

Mon activité, au sein du laboratoire consiste à réaliser l'assemblage et le contrôle des expérimentations, mes deux années d'alternance m'ont initiées au poste AAC (Agent Assemblage et Contrôle).

2. LES ACTIVITÉS MÉTIER

2.1. PRÉSENTATION DE L'ACTIVITÉ (AAC)

2.1.1. Contexte

Le poste d'Agent Assemblage et Contrôle que j'occupe intervient dans la mise en œuvre des expérimentations froides. Une expérimentation froide est une expérience pyrotechnique mettant en œuvre des explosifs chimiques et des matériaux inertes qui remplacent ceux utilisés dans une charge nucléaire. Elle vise à reproduire tout ou partie du fonctionnement non nucléaire de la charge. Les objectifs sont l'étude du comportement des matériaux ainsi que la vérification et validation des modèles de simulation, mais aussi le développement de nouvelles technologies ou diagnostics de mesure.

Parmi les expérimentations froides, citons les expériences sur lanceurs qui permettent de soumettre des échantillons de matériaux à des chocs intenses dont le niveau de pression est supérieur au kbar. L'ordre de vitesse du projectile est d'environ 2000 m/s. Les matériaux ainsi sollicités vont subir des contraintes fortes pouvant mener à des changements de phases, des déformations importantes, voire des endommagements et ruptures localisées.

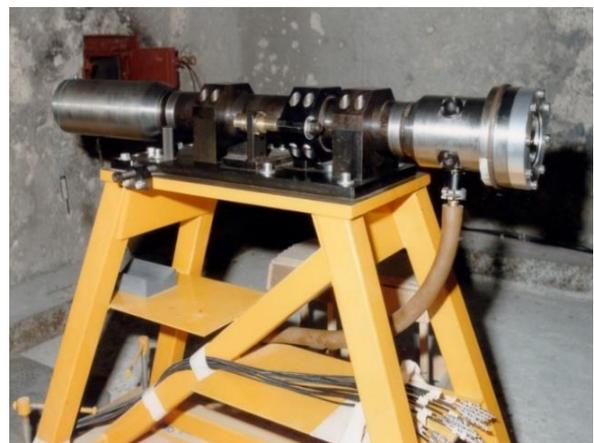


Figure 3 : Le lanceur à poudre, assimilé à un canon

Nous pouvons voir ci-dessous le schéma d'un lanceur présent sur un des sites expérimentaux de la DAM situé à Gramat. Celui-ci montre le déplacement d'un projectile qui viendra impacter l'édifice à un instant t (figures 4 et 5). L'agent Assemblage et Contrôle assure la bonne réalisation de la partie expérience située à droite du schéma.

Phase initiale : Mise en mouvement du projectile

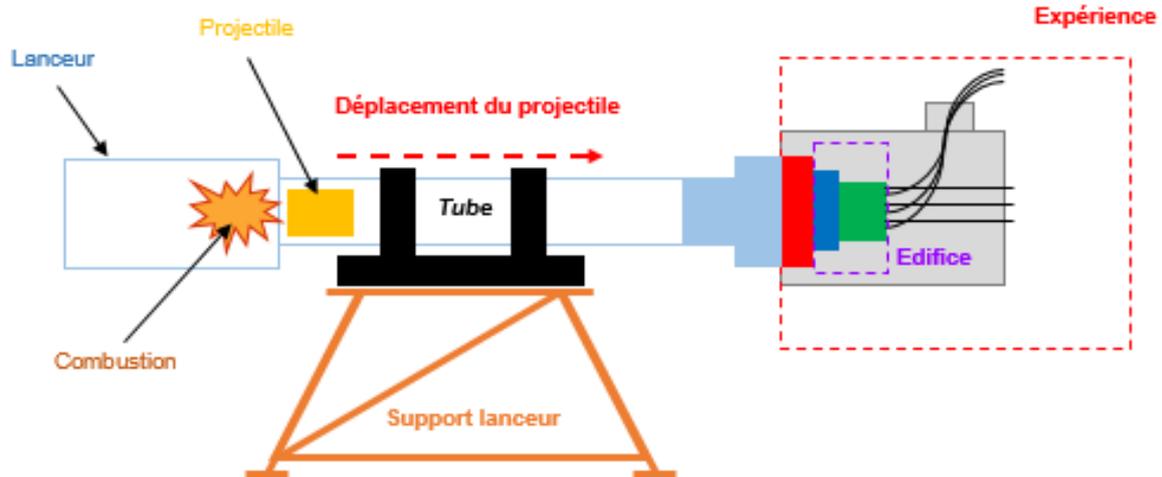


Figure 4 : Schéma d'un lanceur lors de la phase initiale

Phase terminale : impact du projectile sur la cible

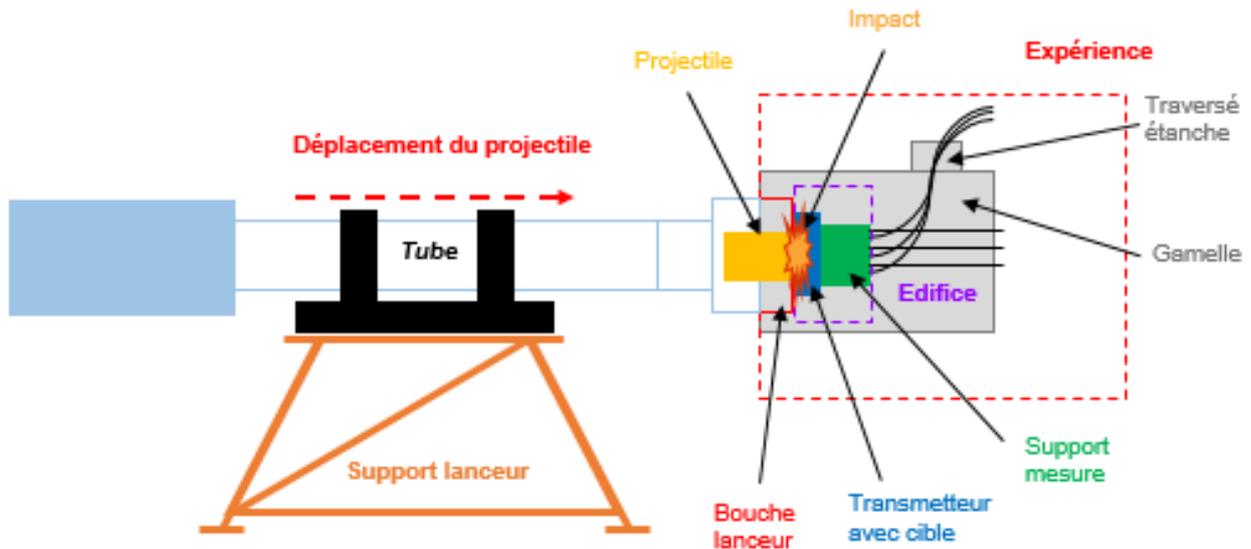
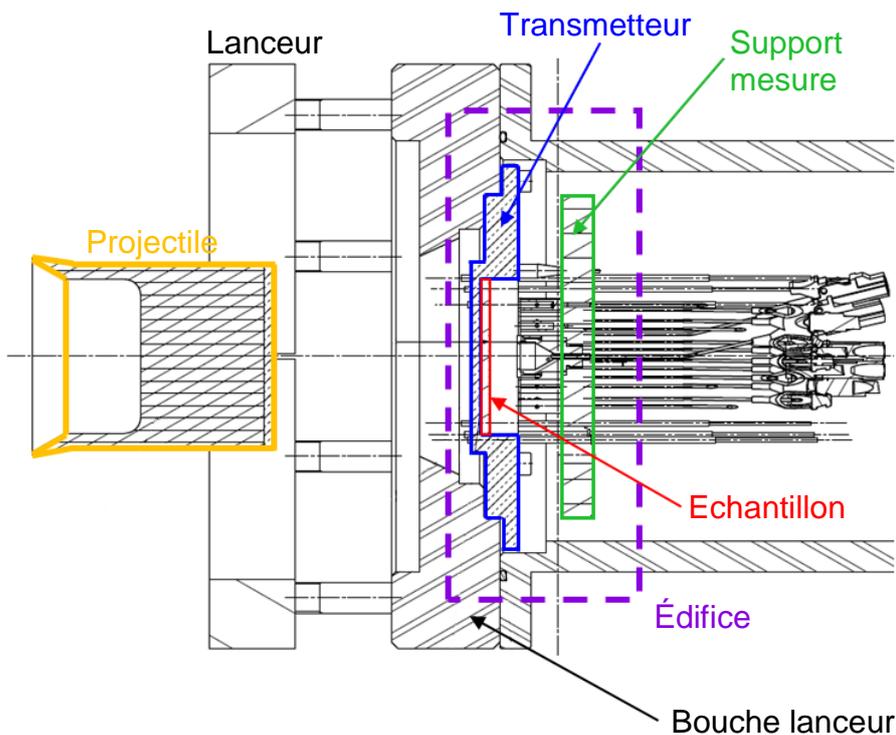


Figure 5 : Schéma d'un lanceur lors de la phase terminale

La partie qui nous intéresse est détaillée dans la figure 5 où nous voyons les éléments sollicités lors de l'impact du projectile.

En faisant un zoom sur la partie édifice, nous nous rendons compte sur la figure 6 que le projectile impacte un transmetteur, le rôle de celui-ci est de transmettre la puissance

du projectile (choc) sur un échantillon de test (cible) possédant un état de surface variable selon les expériences. Sous l'effet du choc, cette cible est projetée et vient impacter le support mesure sur lequel sont disposés les diagnostics de mesures ultrarapides et adaptés aux phénomènes à étudier. Ainsi il est alors possible d'acquérir des données de signaux électriques et optiques pour effectuer différentes mesures. Nous verrons plus loin quel sont les types de diagnostic utilisé.



L'édifice : L'édifice est composé du transmetteur, de l'échantillon de test (cible), et du support mesure, il est fixé sur le bout du lanceur par l'intermédiaire de la bouche lanceur.

Figure 6 : Vue en coupe de l'édifice

Une partie de mes activités est consacrée à l'assemblage et au contrôle de ce type d'expérience, en effet ce travail représente la première étape de mon apprentissage visant à me permettre d'assimiler le métier d'AAC. Dans la suite du document, je vais présenter et décrire les activités que je suis amené à réaliser à ce poste.

2.1.2. Les enjeux de l'activité

Étant Agent d'Assemblage et Contrôle, j'assure l'assemblage et le contrôle dimensionnel des édifices prototypes. Je mets en œuvre les outillages définis et les moyens de contrôles dimensionnels adaptés : Machines de Mesures Tridimensionnelles (MMT) ou autres moyens plus spécifiques. Je participe aussi aux études et au développement de moyens pour améliorer la précision des contrôles ou

étendre les capacités de contrôles dimensionnels du laboratoire aux besoins émergents.

J'ai en charge :

- l'apport d'une expertise technique sur les assemblages et les contrôles dimensionnels,
- l'assemblage des édifices,
- le contrôle dimensionnel sur Machine de Mesures Tridimensionnel (MMT) ou autres moyens plus spécifiques,
- la rédaction des relevés de mesures et des rapports de contrôle,
- une participation aux études de développement des moyens de contrôle dimensionnel.

Ce poste est une étape clé dans le déroulement d'une expérience froide puisque nous vérifions la conformité, la montabilité et l'étanchéité des édifices prototypes ainsi que l'état des différents diagnostics de mesure que nous devons intégrer nous même dans les édifices. De même, il faut prendre en considération qu'une expérience coûte plusieurs dizaines de milliers d'euros donc il y a de fort enjeux économiques.

2.1.3. Les objectifs

Les campagnes d'expériences suivent un même principe qui est de maîtriser le comportement des différents matériaux ou encore valider les diagnostics. Cela se fait de manière expérimentale avec par exemple les expériences (tirs d'étude) présentées dans la sous-partie ci-dessous mais aussi avec le pôle simulation, il est donc important pour la section montage du laboratoire d'effectuer des contrôles qui garantissent une précision optimale de mesure. De plus, notre objectif est de livrer les expériences avec des édifices assemblés, contrôlés et équipés des diagnostics pour les envoyer sur les dalles expérimentales dans les temps. Une fois envoyés les édifices sont tirés et une analyse est faite par d'autres départements du centre DIF.

Le rôle de l'agent assemblage et contrôle consiste également à remonter dans une démarche d'amélioration continue les non-conformités des pièces que nous assemblons. Cela est nécessaire puisque le nombre de campagne augmente et les prescripteurs attendent de plus en plus de précision de mesure.

2.1.4. Exemple du déroulement d'une campagne d'expériences réalisée

Regardons de plus près une expérience réalisée, elle s'inscrit dans la campagne μ Asay préparée et réalisée en 2020. En effet lors de cette campagne nous avons en charge l'assemblage et le contrôle de 9 expériences. Je vais vous décrire les opérations réalisées par un AAC.

Assemblage :

La première étape est l'assemblage de la gamelle (volume de 1,7 l). Présentée sur la figure 7, elle s'apparente à une structure d'aluminium autour de l'édifice. Cette structure assure un environnement contrôlé de l'édifice et permet de faire transiter les mesures de l'expérience. Cette transition est possible grâce à une traversée étanche (figure 7) que nous ajoutons sur la gamelle.

Test d'étanchéité :

Une fois cet assemblage effectué, l'AAC se doit de vérifier et contrôler le niveau d'étanchéité de la gamelle. Le laboratoire possède un système de pompage qui permet la réalisation de tests d'étanchéité. L'objectif de ce test est de mettre en condition réelle la gamelle qui sera par la suite utilisée sur dalle expérimentale. Le principe étant d'atteindre le vide primaire (1 à 0.001 mbar) dans la gamelle jusqu'à ce que la valeur du capteur de pression se stabilise, le pompage prend plusieurs heures. Ensuite, un test de remontée de pression est effectué sur 5 minutes pour vérifier que le niveau de fuite est acceptable (voir annexe V, « Tests de remontée de pression », p.40). Effectivement au bout de 5 minutes de remonté de pression, la pression à l'intérieur de la gamelle ne doit pas dépasser la limite qui nous est imposée de 0.1 mbar. Autrement, la gamelle n'est pas considérée étanche et des tests complémentaires doivent être réalisés afin d'identifier la fuite. Cette étape m'a permis d'acquérir des compétences dans le domaine des techniques du vide.

Contrôle de qualité des sondes :

Lorsque la gamelle respecte les contraintes de pression imposées, l'édifice est alors réalisé. Ce dernier possède deux parties, une partie transmetteur permettant de transmettre l'onde de choc du projectile vers l'échantillon et une partie mesure constitué de diagnostics ultrarapides. Mon rôle est dans un premier temps de vérifier la qualité de toutes les sondes qui seront intégrées grâce à une caméra dédiée aux fibres optiques (fibroscope) présent sur la figure 7. Cela me permet de garantir ou non que l'information se transmet bien et que la sonde n'est pas défectueuse. L'expérience est onéreuse (lanceur, personnel, matériel, métaux utilisés), il importe donc de veiller au bon fonctionnement de chaque élément. D'où l'utilisation de moyens tels que le fibroscope même si celui-ci est coûteux.

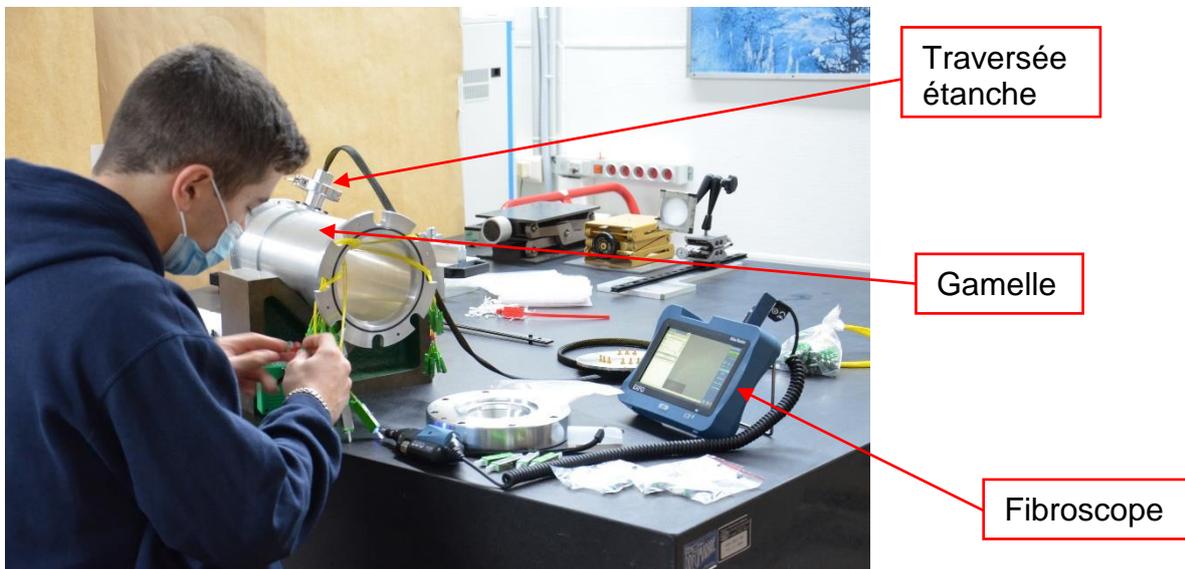


Figure 7 : Contrôle de l'état des sondes



Figure 8 : Sonde avant nettoyage



Figure 9 : Sonde après nettoyage

Le cercle grisé et présent au centre du fibroscope sur les figures ci-dessus représente la fibre optique. En cas de poussière ou autre détecté (figure 8), un nettoyage avec un papier spécifique doit être effectué jusqu'à obtenir une image parfaite (voir figure 9).

Partie transmetteur et cible :

Cette étape comprend le collage d'une cible, de sondes ferroélectriques et de sondes VH.

Pour acquérir et exploiter des données, les édifices sont équipés de diagnostics de mesure (capteurs) de différents types.

Sur cette affaire trois types de diagnostics étaient utilisés, pour chaque partie de l'édifice je présenterai les diagnostics utilisés.

La sonde ferroélectrique présente sur la figure 10 permet de réaliser des mesures de chronométrie de choc, des mesures de chronométrie de détonation, et des mesures de chronométrie de vol d'un projectile. Lorsque plusieurs sondes sont positionnées astucieusement, elles permettent de mesurer le tilt du projectile (son inclinaison) et la vitesse du projectile. L'information électrique est transmise grâce à une pastille piézoélectrique qui est reliée à un câble coaxial.

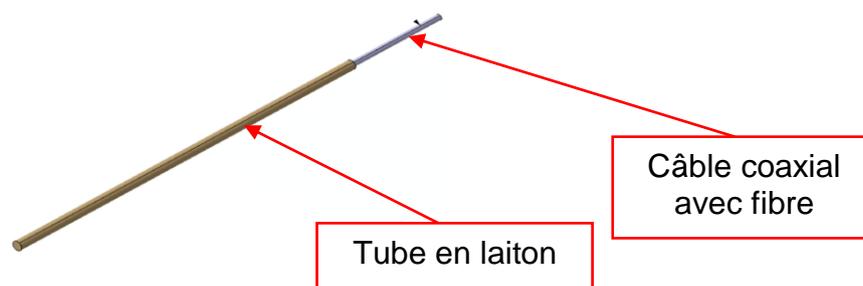


Figure 10 : Sonde ferroélectrique

La sonde de type VH (Vélocimétrie Hétérodyne) que nous voyons sur la figure 11 émet un faisceau lumineux collimaté dans l'infrarouge (>1500 nm) de type laser. Ce faisceau lumineux permet d'illuminer un point de la cible situé sur son axe de visée et de collecter la lumière réfléchiée par celle-ci. Les variations de fréquence du signal collecté permettent de mesurer l'évolution de la vitesse de la cible au cours du temps.

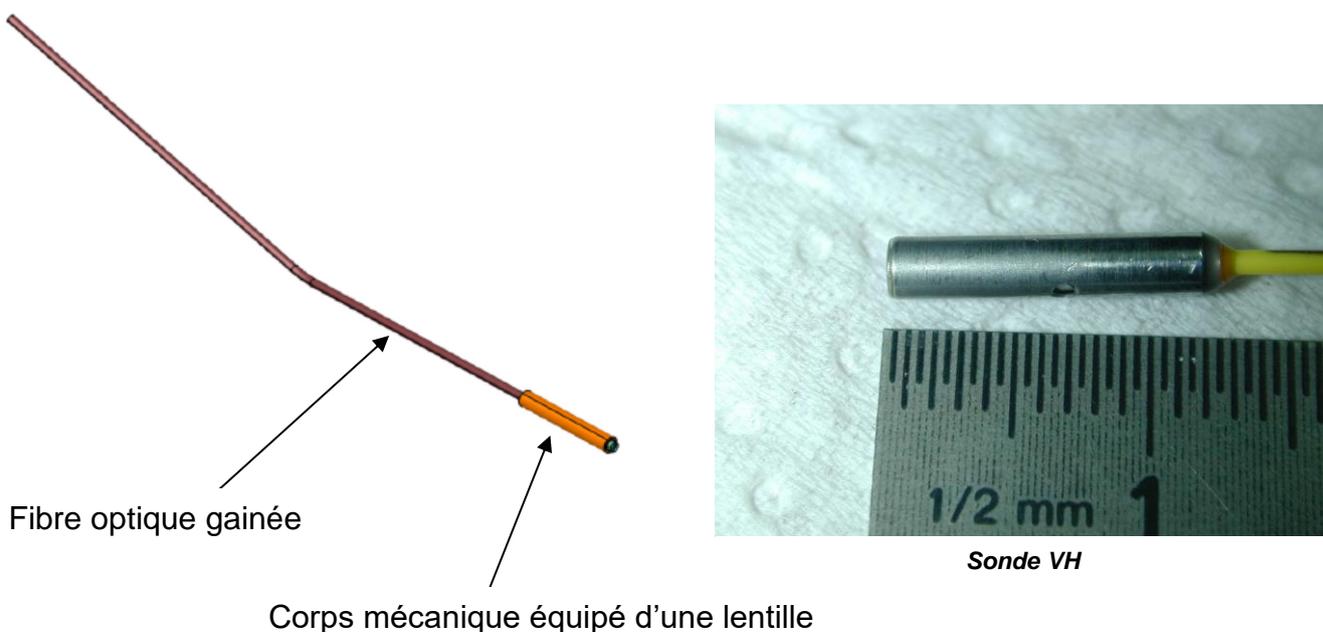


Figure 11 : Sonde VH (Vélocimétrie Hétérodyne)

Dans le support transmetteur ci-dessous la répartition des sondes ferroélectriques et VH n'est pas un hasard, elles sont placées par groupe de 4 à 120°. Chaque groupe de diagnostic de mesure possède respectivement 3 sondes placées à 1,2 et 3 mm par rapport à la surface de référence avec en plus un capteur VH. Le dépassement des sondes ferroélectriques est réalisé grâce à des cales étalon pour assurer une haute précision. Ainsi, la disposition des diagnostics permet de comparer les signaux électriques obtenus en fonction du temps et remonter à la vitesse du projectile mais également à son inclinaison par rapport à l'axe de référence de l'expérience. Quant à la cible elle vient en appui sur un épaulement pour se caler.

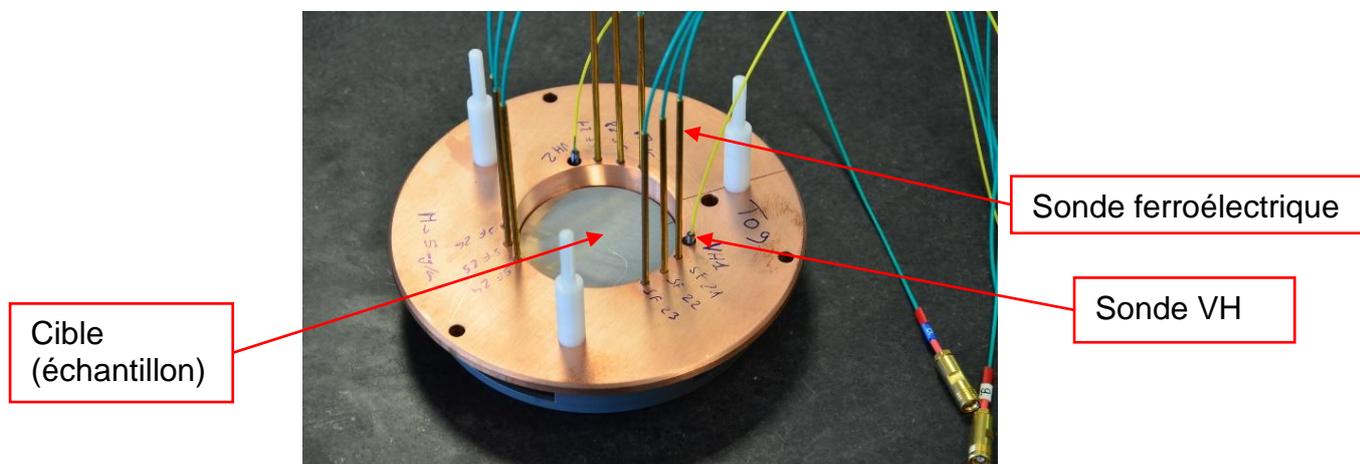


Figure 12 : Support transmetteur

Une fois ce travail effectué, j'ai en charge le relevé des mesures de la position des sondes ferroélectriques, pour cela j'utilise une MMT en mode manuel (figure 13). En effet ce moyen permet de connaître des positions de sonde au micron près. Le principe est de définir une surface de référence en créant un plan sur la cible et à partir de celui-ci venir palper chaque sommet des sondes. J'obtiens alors le dépassement des sondes par rapport à la cible, cette connaissance permettra à terme de confronter précisément l'expérience à la simulation.

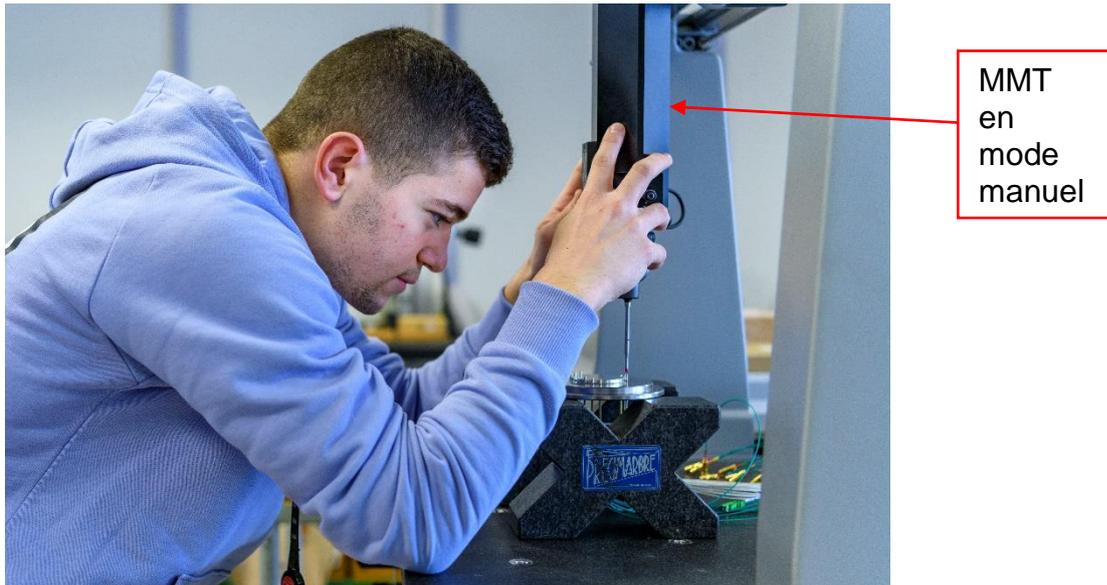


Figure 13 : Contrôle dimensionnel

Cette étape de contrôle vient clore le travail sur la partie transmetteur. Nous allons voir maintenant l'autre partie qui compose l'édifice.

Partie mesure :

En parallèle des opérations réalisées sur la partie transmetteur et cible, nous réalisons le support mesure, composé de sondes VH (déjà présentées) et de sondes μ Asay.

La sonde de type μ Asay permet de mesurer et quantifier les particules éjectées par le choc, que l'on peut considérer comme de la pollution. Cette sonde est présentée sur la figure 14. Elle est composée d'une sonde VH, d'un support de sonde et d'une cible mince bridée. La sonde VH à l'intérieur vise la cible mince bridée et mesure sa vitesse de déplacement propulsé par le nuage de particule.

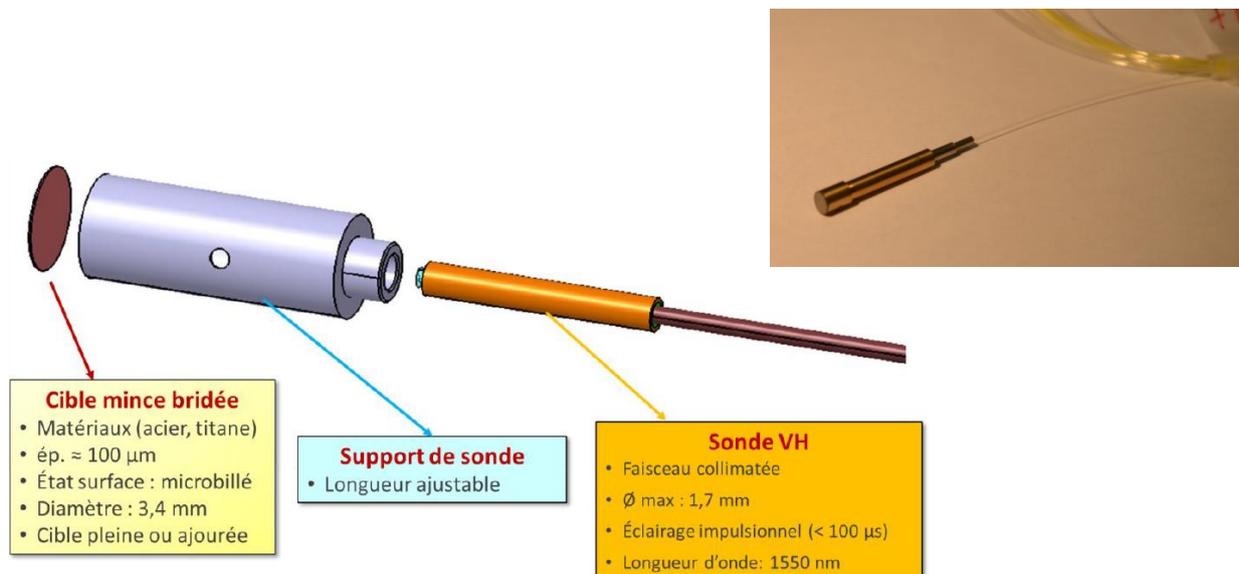


Figure 14 : Sonde VH μAsay

L'implantation des sondes est importante car chacune a son utilité et son emplacement défini en fonction des phénomènes à étudier. C'est d'ailleurs grâce aux compétences acquises en méthode que j'ai pu bien comprendre les plans fournis afin de choisir le bon emplacement de collage des sondes.

La figure 15 ci-dessous montre les sondes VH et μAsay une fois collées. Celles-ci sont directement collées à l'aide d'une colle instantanée type araldite.

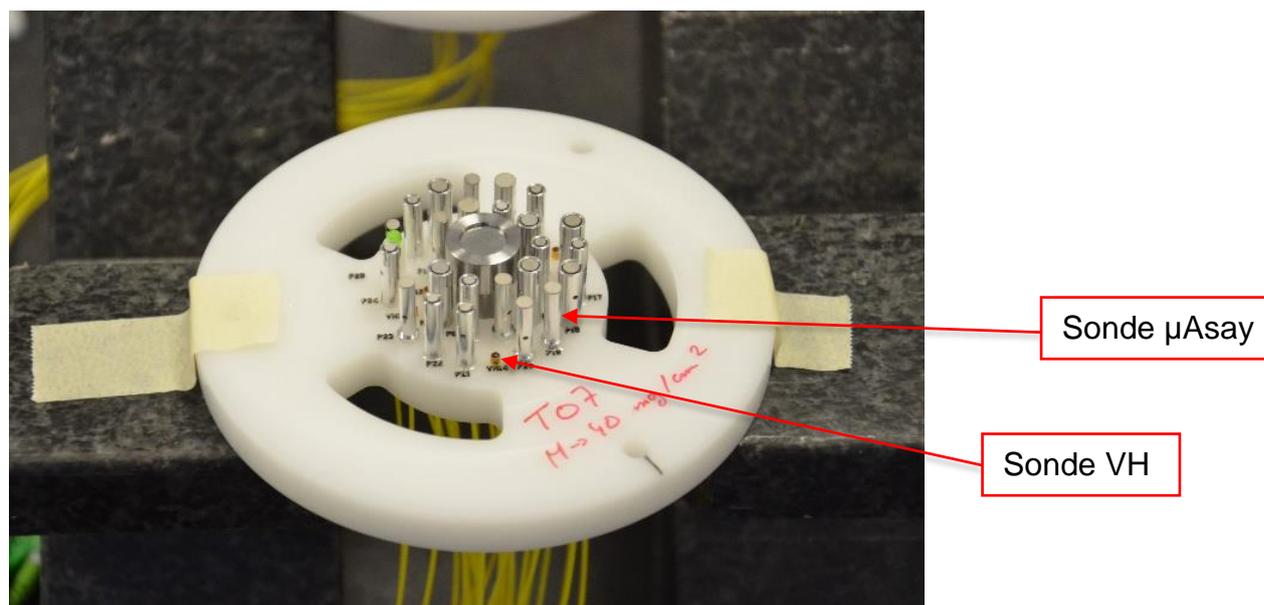


Figure 15 : Support mesure

La valeur ajoutée de notre travail est de donner la mesure des hauteurs réelles des sondes par rapport à une surface de référence (voir figure 16). Pour cela nous utilisons des moyens métrologiques comme la MMT (Machine de Mesure Tridimensionnelle). L'utilisation de ce genre de moyen est justifiée par le fait que nous devons avoir une connaissance de la mesure à 2 μ près afin de diminuer les incertitudes liées à la mesure. Cette étape de métrologie a consolidé mes acquis de cours sur les machines à mesurer.

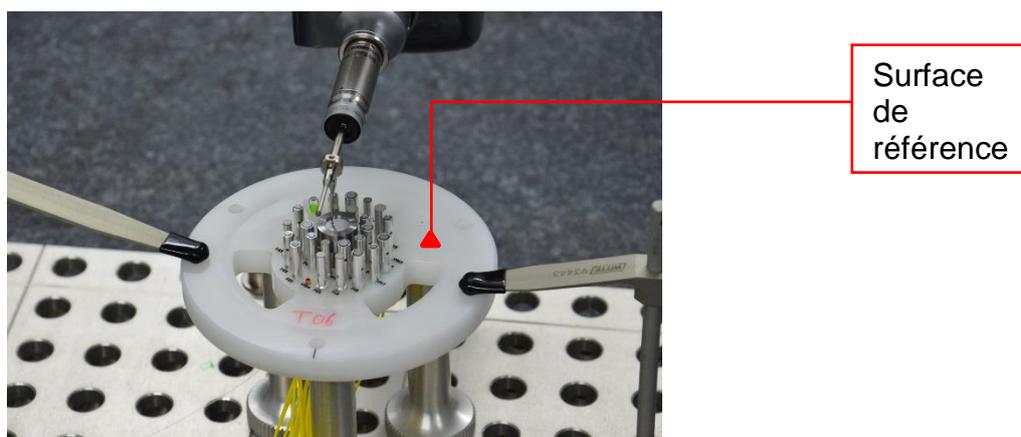


Figure 16 : Contrôle de la hauteur des sondes μ Asay sur MMT

Une fois que tous les contrôles sont effectués, il ne reste qu'à assembler mécaniquement le transmetteur avec la partie mesure grâce à l'intermédiaire de colonnettes (figure 17). L'édifice est alors constitué.

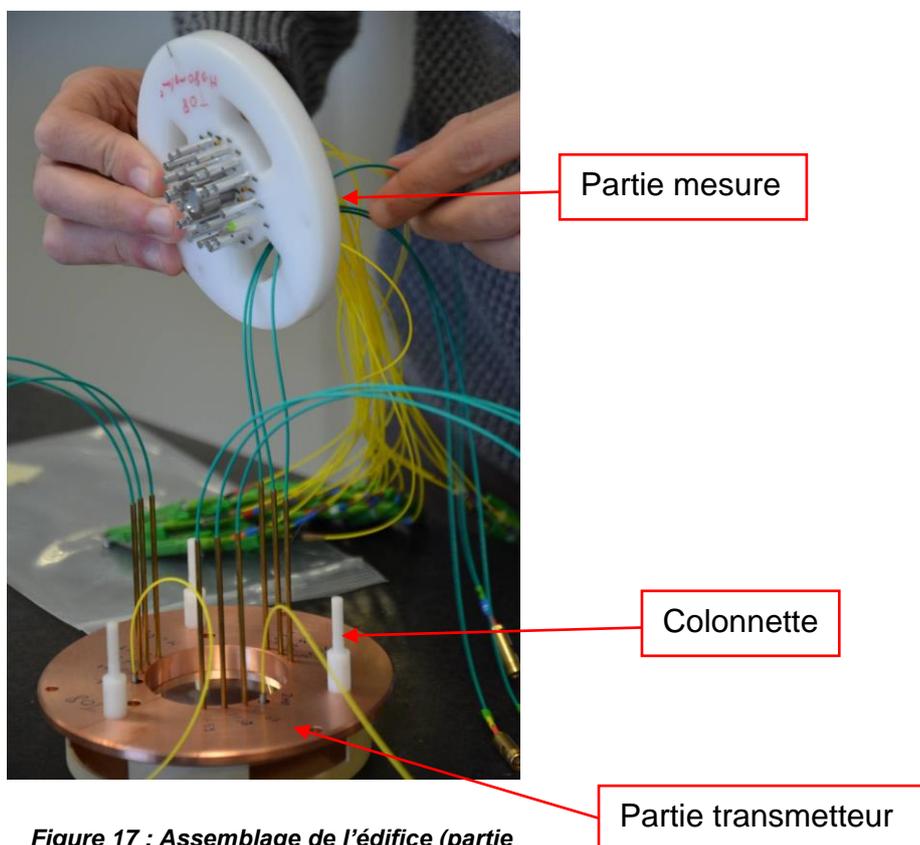
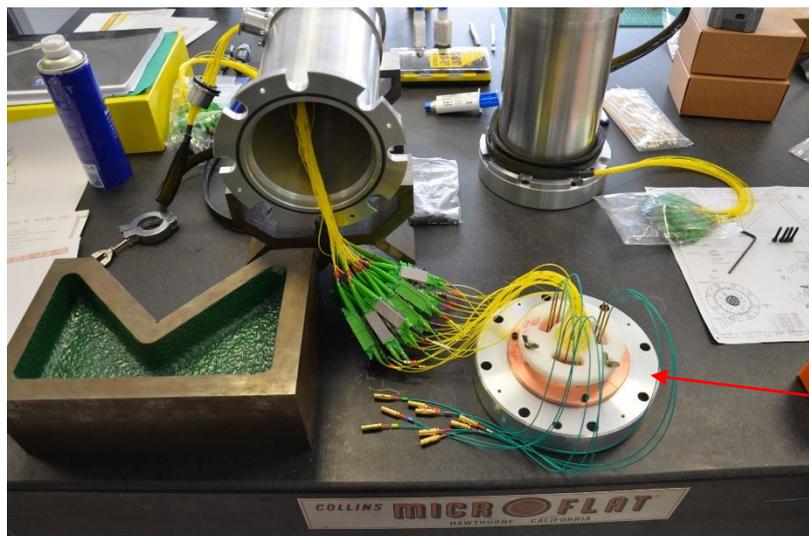


Figure 17 : Assemblage de l'édifice (partie transmetteur avec cible + partie mesure)

La photo ci-dessous montre l'édifice sur sa bouche lanceur, le câblage a été réalisé et la dernière étape sera l'intégration de l'édifice avec la bouche lanceur dans la gamelle.



Bouche
lanceur

Figure 18 : Vue de l'édifice constitué et câblé avant son intégration dans la gamelle

Ce travail au cours de mon apprentissage m'a permis de me constituer une expérience dans l'assemblage et le contrôle d'édifice moyennement instrumentés et d'utiliser des moyens de contrôle du laboratoire.

3. RECONFIGURATION D'UN MOYEN DE CONTRÔLE ET MESURE

3.1. PRESENTATION DU PROJET

3.1.1. Contexte

Le moyen de contrôle, aussi appelé banc de contrôle est utilisé par l'équipe montage du laboratoire. Ce banc doit permettre de déterminer la position et l'orientation réelles des diagnostics de mesure par rapport au référentiel des SEM (Sous-Ensemble Mesure sur la figure 19) en coordonnées cartésiennes (X , Y , Z), coordonnées sphériques (ρ , θ , φ) avec une incertitude limitée et maîtrisée ($50 \mu\text{m}$ d'incertitude sur l'ensemble du banc). Un logiciel sert d'interface pour afficher les mesures réalisées. Ce moyen de contrôle s'inscrit dans un autre type d'activité que celle vue précédemment, en effet il est également utilisé pour des édifices plus complexes, nous pouvons alors parler d'édifices fortement instrumentés puisqu'ils comptent en moyenne 500 diagnostics. Bien que ce moyen soit plus complexe, j'ai pu m'appuyer sur mes acquis afin de comprendre les réels enjeux et objectifs de ce projet que je définis par la suite.

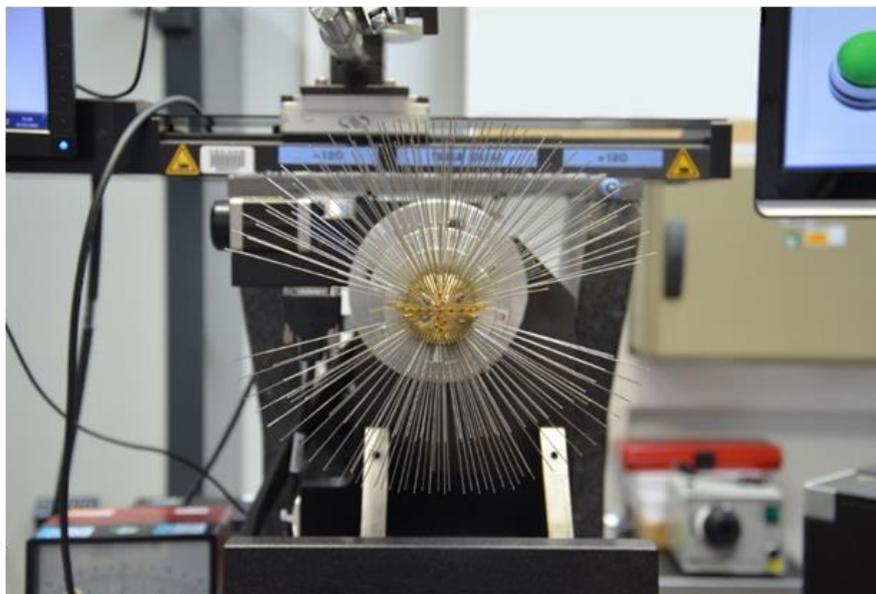


Figure 19 : Le sous-ensemble mesure (SEM) fortement instrumenté

3.1.2. Les enjeux et objectifs du projet

Le banc de contrôle est un moyen indispensable pour déterminer le positionnement des diagnostics d'une expérience. Les mesures issues de ce banc de contrôle permettront par la suite de confronter les résultats de l'expérience avec la simulation de l'expérience telle que réalisée, d'où l'importance de maîtriser les incertitudes de mesure.

Afin de satisfaire les besoins du laboratoire et ainsi répondre à la problématique, mon principal objectif est de reconfigurer un moyen de contrôle existant. Effectivement nous allons devoir faire face à un plan de charge plus important à l'avenir, d'où la nécessité de disposer d'un deuxième banc qui viendra en complément d'un premier banc déjà opérationnel.

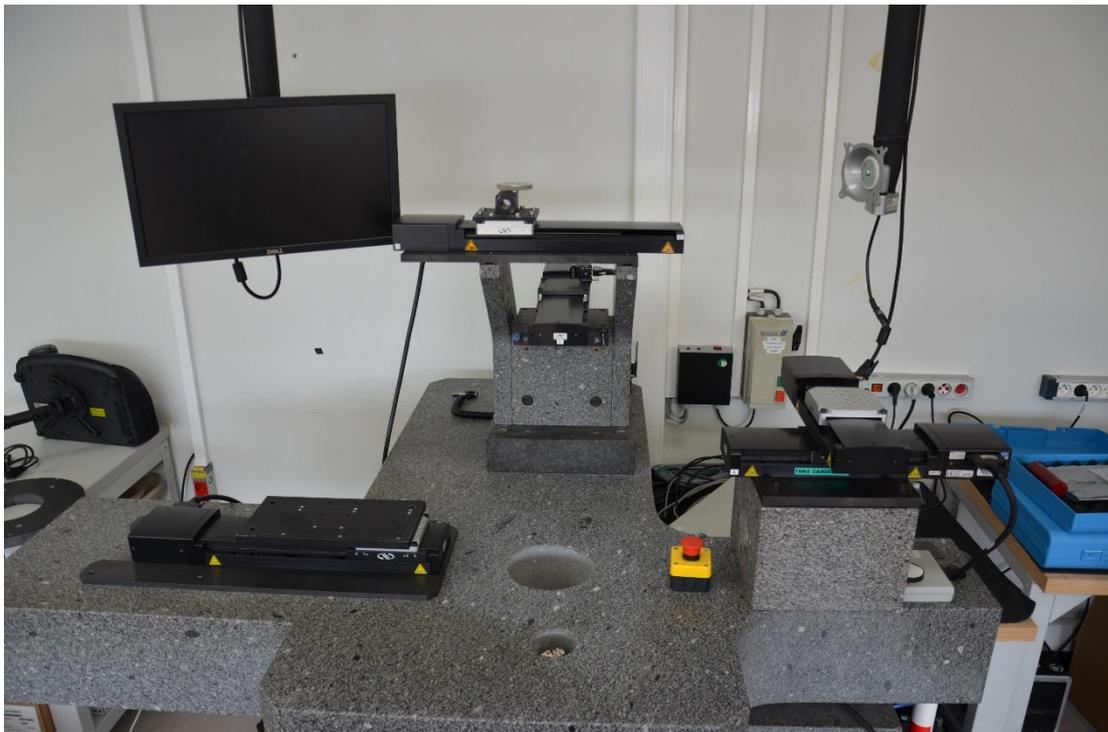


Figure 20 : Banc de contrôle n°1 (ancien banc, à reconfigurer)

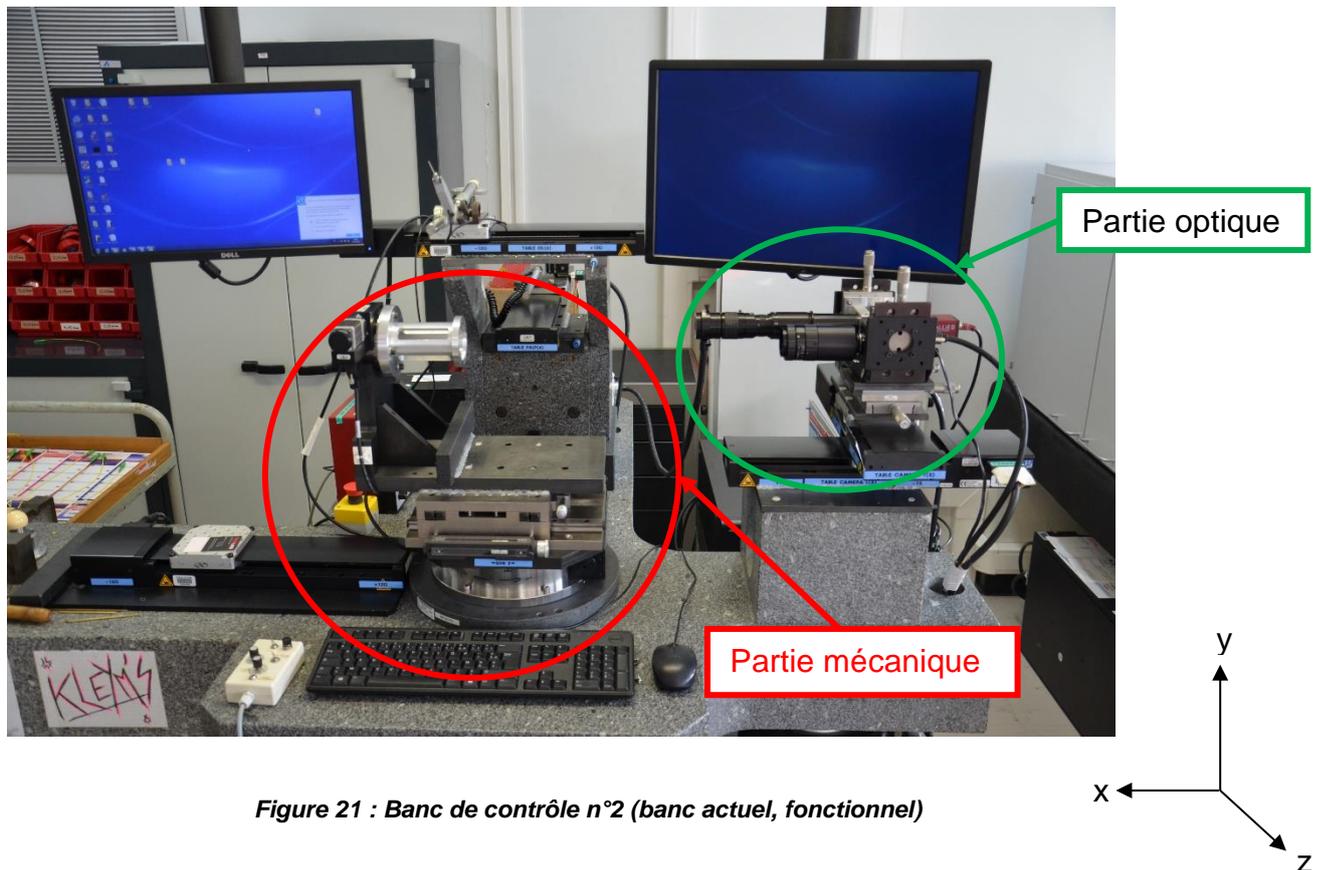


Figure 21 : Banc de contrôle n°2 (banc actuel, fonctionnel)

3.1.3. Principe de fonctionnement

Le banc de contrôle est constitué comme nous le voyons sur la figure 21 d'une partie mécanique et d'une partie caméra, elles sont disposées sur un marbre équipé de coussins d'air permettant la planéité du banc. La partie mécanique permet de réaliser des mouvements de rotation et de translation, cela est notamment possible grâce à un plateau rotatif et une table à double translation. Les autres éléments sont des plaques d'interface pour lier les tables. L'intérêt d'avoir ces mouvements est qu'ils serviront à orienter le SEM dans un référentiel commun avec la partie optique. Cette partie optique contient deux caméras, une qui nous donne des images dans le domaine visible et l'autre dans le domaine infrarouge. Celles-ci se déplacent grâce à deux tables (suivant x et z) qui ont un déplacement max de 150 mm pour s'adapter aux longueurs et orientations des diagnostics du SEM.

3.2. ÉTUDE DU MOYEN FONCTIONNEL DE CONTRÔLE ET MESURE

3.2.1. Analyse de l'existant

Etant donné qu'un moyen de contrôle est déjà opérationnel, je me suis appuyé sur ce dernier pour faire mon analyse.

Je me suis fixé une liste d'action à effectuer :

- Effectuer un bilan de l'existant en analysant le modèle 3D du banc de contrôle actuel sur le logiciel de CAO *CATIA V5*. Cela m'a permis d'extraire la liste qui référence tous les éléments qu'il possède,
- Récupérer les quelques éléments du moyen de contrôle n°1 afin d'analyser leur réutilisation,
- Réunir les pièces déjà disponibles,
- A partir de cette analyse, j'ai déterminé la liste des pièces à fabriquer, à réparer ou à commander.

Mon objectif n'est pas simplement de reproduire à l'identique le banc actuel mais de chercher à améliorer les capacités du banc en modernisant les éléments qui le composent. Cette démarche est décrite ci-dessous.

3.2.2. Recherche d'éléments plus performants

La seconde partie de l'étude a porté sur une possible amélioration des éléments du banc de contrôle à savoir des tables de translation et rotation, des caméras, objectifs et moteur.

L'objectif est de savoir s'il existe des versions plus récentes et/ou plus efficaces des composants du banc de contrôle.

J'ai contacté plusieurs entreprises telles que *Axmo précision*, *Newport*, *Thorlabs*, ou encore *Shneeberger* car ce sont eux qui nous ont fournis les éléments du banc de contrôle actuel.

Analyse de l'existant partie mécanique :

Pour ce qui concerne les tables avec une seule translation, nous utilisons actuellement des *Newport* et cela convient parfaitement donc nous n'avons pas de raisons de changer.

Le banc comporte aussi une table à double translation. L'entreprise *Shneeberger* nous avait fourni la première table mais l'entreprise a arrêté sa production, c'est pour cela que nous avons opté pour l'entreprise *Axmo précision* qui fait des tables avec double translation qui sont très précises dans un format adapté au banc. De plus, ce groupe se situe à Brétigny sur Orge, à proximité du centre DAM-Île de France

Analyse de l'existant partie optique :

A mon arrivée dans le laboratoire, deux caméras et un objectif avaient déjà été achetés. Ma problématique a donc été de trouver un objectif qui pourrait s'adapter à la caméra du domaine visible. La caméra achetée provenait de l'entreprise *Thorlabs* donc mes recherches se sont orientées vers ce groupe qui offre un grand panel de choix d'objectifs. N'ayant pas d'expérience en optique je suis allé demander conseil à Frédéric DESSEROUER qui fait partie du Laboratoire Conception des Diagnostics et Traitement. Pour satisfaire notre besoin, j'ai donc rassemblé les principaux critères auxquels l'objectif devait répondre :

- L'objectif doit s'adapter à la caméra donc une lentille pour faire le lien est nécessaire.
- L'objectif doit avoir une distance de travail d'environ 170 mm afin d'éviter les collisions avec les diagnostics.
- Les objets imagés doivent être centrés sur l'image à plus ou moins 10 μm .

Mr DESSEROUER s'est servi de ces informations et nous a fait un tableau comparatif (voir annexe III, « Tableau comparatif pour système optique du nouveau banc de contrôle », p.38) sur lequel figurent les différents objectifs et adaptateurs. Après avoir assimilé ses calculs et raisonnements, nous avons sélectionné l'objectif le plus adapté au besoin.

3.3. DEVELOPPEMENT DU PROJET ET ETAT D'AVANCEMENT

3.3.1. Lancement en fabrication

A la suite de mes recherches, j'ai regroupé tous nos besoins de pièces à usiner dans une nomenclature avec en plus la commande de toutes les vis pour chaque interface des pièces (voir annexe IV, « Nomenclature », p.39). Notre laboratoire ne gère pas les lancements en fabrication, j'ai donc transmis les éléments pour lancer la commande

au Bureau Planning Qualité Synthèse, avec qui j'ai pu suivre l'état de la commande et le bon déroulement utile au projet.

3.3.2. Difficultés rencontrées

La principale difficulté que j'ai rencontrée dans ce projet a été de remettre en service la table à double translation était cassée. Effectivement après mon analyse de l'existant, je me suis rendu compte qu'un axe ne fonctionnait plus. N'ayant pas d'autre choix que de la réparer, j'ai cherché une entreprise qui proposait ce genre de prestation. Cela m'a renvoyé vers *Axmo Précision* qui se situe juste à côté de notre centre. Après avoir contacté l'entreprise je m'y suis rendu en novembre 2021 pour obtenir un devis. La table a été laissée sur place pour réparation et sa date de retour est prévue début mai 2022. Cela a eu des conséquences sur le planning qui ne sont pas négligeables puisque le projet d'assemblage a été en suspend pendant de cette période. En effet sans cette table, l'assemblage ne peut pas être réalisé.

De plus j'ai été confronté aux aléas dus à la fabrication de pièces. Une fois la réception de ma commande, j'ai voulu effectuer un montage à blanc pour vérifier la montabilité des pièces, mais les trous usinés d'une plaque d'interface étaient trop petit à quelques centièmes près. Il a donc fallu la renvoyer pour faire une reprise de pièce. Etant donné que cette étape est réalisée par un sous-traitant cela, prend du temps et retarde encore plus les opérations ultérieures.

3.3.3. Bilan et poursuites

Au cours de ce projet je me suis rendu compte que tout ne se passe jamais comme prévu dans la vie en entreprise. Il faut être réactif, rigoureux et très organisé pour mener à bien un projet. Cette expérience m'a permis de me rendre compte de mes erreurs pour m'améliorer à l'avenir. A l'heure actuelle tous les éléments du banc sont arrivés et se montent sans soucis. Un gros travail d'alignement du banc et de mise en place du logiciel reste à faire. Ce projet sera repris par mes collègues dès mon départ pour reconfigurer au plus vite ce banc de contrôle et mesure.

4. ELABORATION D'UN CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

4.1. INTRODUCTION

Dans le cadre de mon apprentissage et en lien avec la reconfiguration du banc de contrôle et mesure, j'ai réalisé un cahier des charges fonctionnel. Celui-ci présente l'ensemble des fonctions attendues pour le moyen de contrôle nécessaire à la caractérisation des SEM utiles aux expériences froides. Il faut bien distinguer les deux projets, puisque ce projet de cahier des charges fonctionnel est un projet à plus long terme, en effet il y a d'abord une phase de compréhension du besoin avec plusieurs analyses. Mon objectif est de définir les contraintes auxquelles devra répondre le futur moyen de contrôle qui serait « idéal ». Tout ceci dans le but de réduire et mieux maîtriser les incertitudes de mesure des SEM. J'ai pu m'aider des notions vues en cours pour la méthodologie de l'utilisation des outils pratiques à la réalisation du cahier des charges, à savoir la bête à corne pour l'étude du besoin et le diagramme des interacteurs (aussi appelé diagramme pieuvre) pour définir les fonctions contraintes et principales.

4.2. ANALYSE FONCTIONNEL

4.2.1. Description du besoin

Il faut savoir que l'étude du besoin est la première étape d'analyse du projet donc il faut rester le plus large possible pour ne pas restreindre les champs d'investigations. Dans mon cas j'ai suivi la méthodologie de la bête à corne (figure 22) en répondant à trois questions simples :

A qui le produit rend-il service ?

Le système concerne un moyen de contrôle dans le laboratoire. Il servira aux Agents Assemblage et Contrôle.

Sur quoi le produit agit-il ?

Le produit en question agira sur les SEM.

Dans quel but ?

Le produit sert, à partir d'un référentiel, à connaître la position réelle de diagnostic de mesure avec les incertitudes associées.

Toutes ces réponses sont synthétisées dans le diagramme ci-dessous :

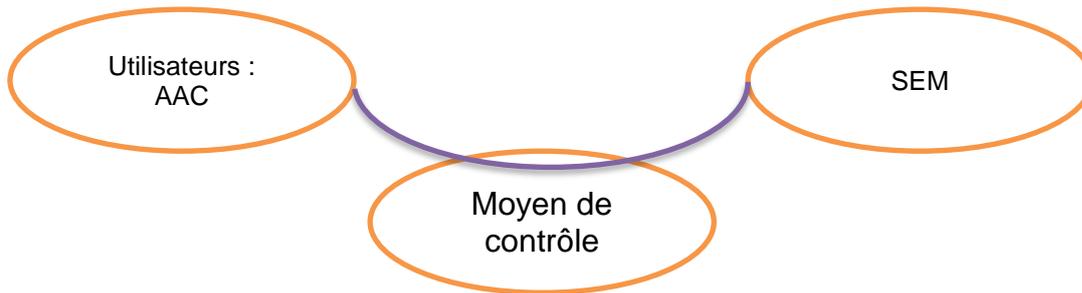


Figure 22 : Bête à cornes

4.2.2. Exigences fonctionnelles

Après avoir défini le besoin, j'ai réalisé le diagramme des interacteurs (figure 23), qui renvoie aux principaux domaines des fonctions contraintes. J'ai organisé à plusieurs reprises des réunions afin de bien cerner les attentes du laboratoire pour ce projet. Cela m'a aidé à définir les fonctions contraintes (FC) et les deux fonctions principales (FP) qui sont :

FP1 : Déterminer la position et l'orientation réelles des capteurs par rapport au référentiel des SEM (coordonnées cartésiennes (X, Y, Z) , coordonnées sphériques (ρ, θ, φ) avec une incertitude limitée et maîtrisée.

FP2 : Permettre de corriger le positionnement des capteurs.

L'analyse fonctionnelle comprend une étude de chaque fonction contrainte :

- Sa description.
- Son critère qui permet de dire quels éléments seront contraints.
- Le niveau du critère, avec des chiffres ou des indications.
- Sa flexibilité avec plusieurs niveaux.

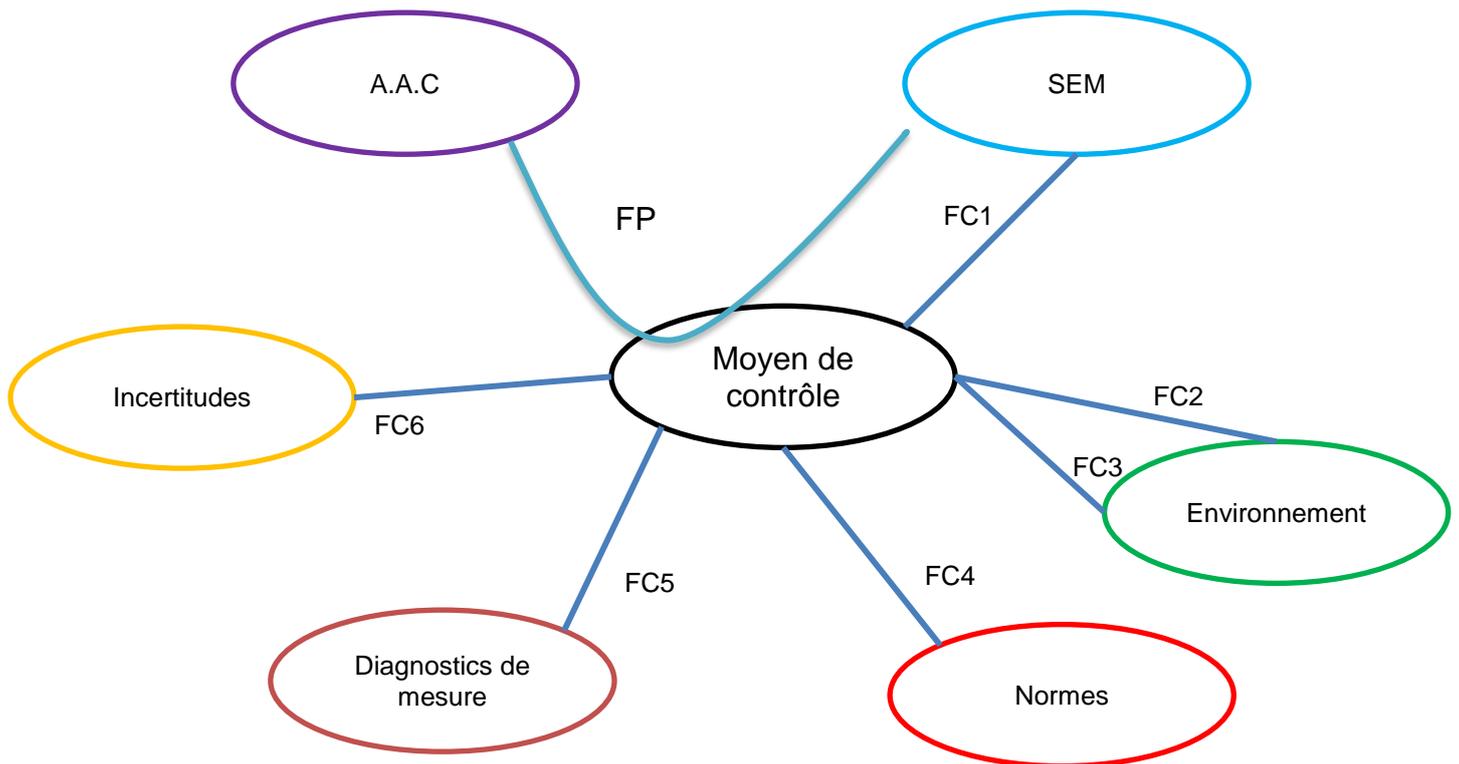


Figure 23 : Diagramme des interacteurs

4.3. BILAN ET CONTINUITE DU PROJET

Ce projet de cahier des charges a été très enrichissant pour mon expérience professionnelle puisque je l'ai géré comme un mini projet. Je devais adapter mes connaissances de cours au sein de mon laboratoire avec des moyens plus concrets tels que les brainstormings, les échanges avec les différents acteurs, les réunions tout en respectant le planning.

Mon cahier des charges est terminé, il servira d'appui pour trouver un nouveau moyen de contrôle. Nous sommes actuellement dans l'attente de devis d'entreprises pour faire des comparaisons de solutions proposées.

CONCLUSION

Personnelle : Ces deux années d'alternance ont été très enrichissantes. En effet elles m'ont permis de découvrir le monde du travail ainsi que le fonctionnement d'une entreprise telle que le CEA. Cette expérience m'a fait grandir puisque j'ai dû m'intégrer dans un environnement de travail que je ne connaissais pas, avec des collègues ayant une expérience du travail que je n'ai pas. J'ai pu, au cours de ces deux ans développer mon sens de l'initiative et d'autonomie car cela était indispensable pour mener à bien mes projets. De plus j'ai agréablement été surpris de la cohésion entre les équipes, cela m'a permis de solliciter facilement les différents laboratoires du service pour me permettre d'assurer une vision complète de l'étude à la réalisation des projets.

Technique : J'ai pu faire de nombreuses manipulations sur différentes affaires aussi variées les unes que les autres. Cela m'a permis d'acquérir un bagage technique et des connaissances qui me serviront durant toute ma vie professionnelle. Mes objectifs de début de contrat ainsi que mes projets ont été menés jusqu'au bout malgré quelques aléas. J'ai par ailleurs été très satisfait de travailler sur les projets qui m'ont été confiés puisque j'ai pu mettre en pratique les connaissances acquises en cours et les approfondir. La problématique de mon stage était : « Quels sont les moyens mis en œuvre par le laboratoire pour garantir une précision optimale sur les mesures de positionnement des diagnostics. ». J'en conclus que le laboratoire cherche à se moderniser et à voir plus loin, cela s'est traduit par la création d'un deuxième banc de contrôle et d'un cahier des charges fonctionnel. La réalisation de ces projets permettra au laboratoire de subvenir aux attentes des prescripteurs sur le long terme.

ANNEXE II – CALENDRIER 2022

2022								
janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre
S1 Pièce d'interface pas bonnes cotes donc renvoi pour reprise de pièce	IUT		S14	S18	IUT		S31	S35
	S6	S10	IUT		S23	S27		
	IUT		S15 Deuxième correction du rapport par Thierry	S19	IUT		S32	
S2				IUT		S28		
	S7 Première correction du rapport par Thierry	S11		S20	S24			
S3			S16 Réception de la pièce d'interface avec les bonnes cotes	IUT	IUT	S29	S33	
IUT	S8	S12			S25			
		IUT	S17 Réception de la table Axmo réparée	S21 Rapport d'alternance dans le circuit interne du CEA		S30	S34	
S4								
IUT	S9	S13			S26			
		IUT		S22			S35	
S5								

	IUT
	ENTREPRISE
	CONGÉS / FERMETURE

ANNEXE III – TABLEAU COMPARATIF POUR SYSTEME OPTIQUE DU NOUVEAU BANC DE CONTROLE

Lens Attachment	Zoom Lens	Extension Tube	Working Distance	System Magnification		Objective NA		Resolving Limit ^a		Matching Pixel Size ^b (µm)		Depth of Field	
				Low ^c	High ^c	Low	High	Low	High	Low	High		
12X Zoom Lens													
MVL12X025L (0.25X)		MVL05A (0.5X)	341 mm	0.07	0.87					2.33	5.80		
		MVL067A (0.67X)		0.10	1.17					3.33	7.80		
		MVL10A (1.00X)		0.15	1.75	0.005	0.025	66.66 µm	13.34 µm	5.00	11.67	20.00 mm	0.80 mm
		MVL133A (1.33X)		0.19	2.33					6.33	15.54		
		MVL20A or MVL20FA (2X)		0.29	3.50					9.67	23.34		
		MVL05A (0.5X)		0.14	1.75					2.59	5.82		
		MVL067A (0.67X)		0.19	2.35					3.60	7.68		
		MVL10A (1.00X)		0.29	3.50	0.009	0.051	37.04 µm	6.66 µm	5.38	11.45	6.17 mm	0.19 mm
		MVL133A (1.33X)		0.39	4.66					7.22	15.51		
		MVL20A or MVL20FA (2X)		0.58	7.00					10.74	22.89		
MVL12X075L (0.75X)		MVL05A (0.5X)	108 mm	0.22	2.62					2.61	5.81		
		MVL067A (0.67X)		0.29	3.52					3.45	7.73		
		MVL10A (1.00X)		0.44	5.25	0.014	0.076	23.80 µm	4.44 µm	5.24	11.52	2.55 mm	0.09 mm
		MVL133A (1.33X)		0.58	6.98					6.90	15.49		
		MVL20A or MVL20FA (2X)		0.87	10.50					10.35	23.05		
		MVL05A (0.5X)		0.29	3.49					2.68	5.82		
		MVL067A (0.67X)		0.39	4.69					3.42	7.74		
		MVL10A (1.00X)		0.58	7.00	0.019	0.101	18.52 µm	3.34 µm	5.09	11.55	4.39 mm	0.05 mm
		MVL133A (1.33X)		0.77	9.31					7.13	15.54		
		MVL20A or MVL20FA (2X)		1.16	14.00					10.17	23.10		
MVL12X15L (1.5X)		MVL05A (0.5X)	50 mm	0.43	5.23					2.65	5.85		
		MVL067A (0.67X)		0.58	7.04					3.45	7.78		
		MVL10A (1.00X)		0.87	10.50	0.028	0.151	12.34 µm	2.24 µm	5.18	11.60	0.64 mm	0.02 mm
		MVL133A (1.33X)		1.16	14.00					7.15	15.68		
		MVL20A or MVL20FA (2X)		1.74	21.00					10.74	23.34		
		MVL05A (0.5X)		0.58	6.98					2.61	5.79		
		MVL067A (0.67X)		0.78	9.38					3.42	7.79		
		MVL10A (1.00X)		1.16	14.00	0.038	0.202	9.00 µm	1.66 µm	5.09	11.62	0.35 mm	0.01 mm
		MVL133A (1.33X)		1.54	18.60					6.93	15.43		
		MVL20A or MVL20FA (2X)		2.32	28.00					10.17	23.24		
MVL12X20L (2.0X)		MVL05A (0.5X)	37 mm	0.43	5.23					2.65	5.85		
		MVL067A (0.67X)		0.58	7.04					3.45	7.78		
		MVL10A (1.00X)		0.87	10.50	0.028	0.151	12.34 µm	2.24 µm	5.18	11.60	0.64 mm	0.02 mm
		MVL133A (1.33X)		1.16	14.00					7.15	15.68		
		MVL20A or MVL20FA (2X)		1.74	21.00					10.74	23.34		
		MVL05A (0.5X)		0.58	6.98					2.61	5.79		
		MVL067A (0.67X)		0.78	9.38					3.42	7.79		
		MVL10A (1.00X)		1.16	14.00	0.038	0.202	9.00 µm	1.66 µm	5.09	11.62	0.35 mm	0.01 mm
		MVL133A (1.33X)		1.54	18.60					6.93	15.43		
		MVL20A or MVL20FA (2X)		2.32	28.00					10.17	23.24		

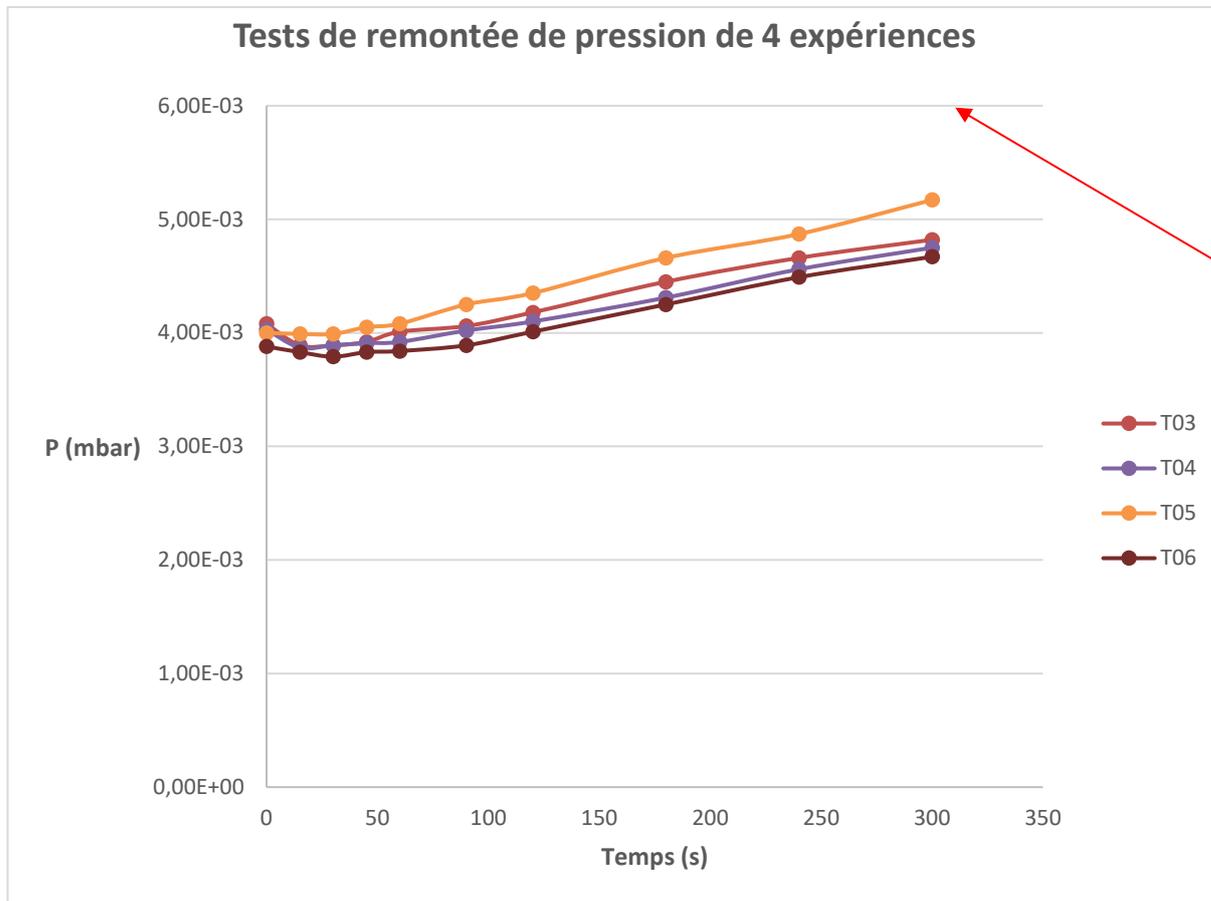
Banc actuel

Proposition nouvel objectif

ANNEXE IV – NOMENCLATURE

Reconfiguration "banc de contrôle hérission" sur marbre						
Rep	Référence	Ind	Désignation	Qté	Matière	Commentaire
	EMESTDBM RXN PD-K HERI 815	A	Plaque interface caméra	1	C45	
	EMESTDBM RXN PD-K HERI 805	A	Plaque de base palpeur	1	C45	
	EMESTDBM RXN PD-K HERI 504	B	Support moteur AZIMUT	1	C45	
	EMESTDBM RXN PD-K HERI 804	A	Raidisseur equerre	2	C45	
	EMESTDBM RXN PD-K HERI 808	C	Plaque support plateau tournant	1	marbre	
	EMESTDBM RXN PD-K HERI 505	C	Interface moteur equerre	1	X2CrNi1911	
	EMESTDBM RXN PD-K HERI 819	A	Support palpeur	1	EN-AW 7075	
	EMESTDBM RXN PD-K HERI 827	A	Support camera VH	1	C45	
	EMESTDBM RXN PD-K HERI 803	A	Plaque equerre basse	1	C45	
	EMESTDBM RXN PD-K HERI 602	A	Plaque interface site	1	C45	
			Vis CHC M4*10	8	A4-70	Fixation table de translation 25 mm / Plaque interface caméra
			Vis CHC M6*12	4	A4-70	Fixation table micro contrôle / Plaque interface caméra
			Vis CHC M4*10	1	A4-70	Fixation table de translation pour palpeur / Plaque de base palpeur
			Vis CHC M6*20	4	A4-75	Fixation table micro contrôle / Plaque de base palpeur
			Vis CHC M6*30	2	A4-70	Fixation raidisseur equerre / Support moteur AZIMUT
			Vis CHC M8*30	3	A4-70	Fixation plaque equerre basse / Support moteur AZIMUT
			Vis CHC M6*50	2	A4-70	Fixation raidisseur equerre / Support moteur AZIMUT
			Vis CHC M4*12	4	A4-74	Fixation interface moteur equerre / Support moteur AZIMUT
			Vis CHC M6*25	2	A4-76	Fixation plaque equerre basse / Raidisseur equerre
			Vis CHC M6*45	2	A4-70	Fixation plaque equerre basse / Raidisseur equerre
			Vis CHC M5*30	3	A4-70	Fixation marbre / Plaque support plateau tournant
			Vis CHC M6*25	5	A4-70	Fixation plateau tournant / Plaque support plateau tournant
			Vis CHC M3*8	4	A4-71	Fixation equerre / Interface moteur equerre
			Vis CHC M4*10	1	A4-72	Fixation palpeur / Support palpeur
			Vis CHC M3*16	1	A4-73	Fixation table de translation palpeur / Support palpeur
			Vis CHC M3*4	3	A4-77	Fixation caméra / Support caméra VH
			Vis CHC M6*8	2	A4-78	Fixation table de translation 25 mm / Support caméra VH
			Vis CHC M6*30	4	A4-79	Fixation table XY Axmo / Plaque equerre basse
			Vis CHC M5*20	6	A4-80	Fixation plateau tournant / Plaque interface site

ANNEXE V – TESTS DE REMONTEE DE PRESSION



Pour rappel, la limite à ne pas atteindre au bout de 5 minutes est de 0,1 mbar (contrainte donnée par les prescripteurs)

SITOGRAPHIE

CEA. De la recherche à l'industrie-Home2021, [En ligne]. <https://www.cea.fr>
(Consulté en octobre 2021)

Greenteam. HSE- (Hygiène securite environnement) normes referentes et mise en œuvre, [En ligne]. <https://www.greenteam.mg/hse-hygiene-securite-environnement-normes-referentes-et-mise-en-oeuvre-greenteam> (Consulté en avril 2021)

Axmo précision. Guidage linéaire, Rails, [En ligne]. <https://axmo.fr> (Consulté en novembre 2021)

INDEX

Banc de contrôle : p.4, 7, 26-29, 31, 32, 35, 38

Transmetteur : p.16, 19-22, 24

Edifice : p.4, 12-14, 16-20, 22, 24-26

Gamelle : p.18, 19, 25

Diagnostic/sonde : p.7, 12, 14, 16, 17, 19-24, 26-28, 30, 32, 34, 35

Cible/échantillon : p.16, 20-22, 24

Assemblage : p.4, 13, 14, 16-18, 24, 25, 31, 32

Contrôle : p.4, 7, 13, 14, 16-19, 22, 24-29, 31-35, 38

Expérience : p.4, 7, 9, 12-14, 16-19, 21, 22, 25, 27, 30, 32, 34, 35

Sous-ensemble mesure : p.4, 7, 13, 26

Incertitude : p.24, 26, 27, 32-34

GLOSSAIRE

AAC : Agent Assemblage et Contrôle

AF : Analyse Fonctionnelle

CAO : Conception Assistée par Ordinateur

CDCF : Cahier Des Charges Fonctionnel

CEA : Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives

DAM : Direction des applications militaires

DCRE : Département Conception et Réalisation des Expérimentations

FC : Fonction de Contrainte

FOAC : Fibre Optique Avec Capuchon

FP : Fonction Principale

MMT : Machine de Mesure Tridimensionnel

SCEF : Service conception des expérimentations froides

SEM : Sous-Ensemble Mesure

VH : Vélocimétrie Hétérodyne

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	3
RESUME	4
ABSTRACT	5
SOMMAIRE	6
INTRODUCTION	7
1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET POSITIONNEMENT DE L'ACTIVITE AU SEIN DE CELLE-CI	8
1.1. LE COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES (CEA)	8
1.1.1. <i>Historique</i>	8
1.1.2. <i>Le CEA, un acteur clef de la recherche technologique</i>	9
1.2. LA DIRECTION DES APPLICATIONS MILITAIRES (DAM)	10
1.2.1. <i>Une direction au service de la dissuasion</i>	10
1.2.2. <i>Une direction actrice de la politique industrielle française</i>	11
1.3. POSITIONNEMENT AU SEIN DE L'ENTREPRISE.....	12
1.3.1. <i>Le Service Conception des Expérimentations Froides (SCEF)</i>	12
1.3.2. <i>Mon laboratoire d'accueil</i>	13
2. LES ACTIVITÉS MÉTIER	14
2.1. PRESENTATION DE L'ACTIVITE (AAC).....	14
2.1.1. <i>Contexte</i>	14
2.1.2. <i>Les enjeux de l'activité</i>	16
2.1.3. <i>Les objectifs</i>	17
2.1.4. <i>Exemple du déroulement d'une campagne d'expériences réalisée</i>	18
3. RECONFIGURATION D'UN MOYEN DE CONTRÔLE ET MESURE	26
3.1. PRESENTATION DU PROJET	26
3.1.1. <i>Contexte</i>	26
3.1.2. <i>Les enjeux et objectifs du projet</i>	27
3.1.3. <i>Principe de fonctionnement</i>	28
3.2. ETUDE DU MOYEN FONCTIONNEL DE CONTROLE ET MESURE.....	29
3.2.1. <i>Analyse de l'existant</i>	29
3.2.2. <i>Recherche d'éléments plus performants</i>	29
3.3. DEVELOPPEMENT DU PROJET ET ETAT D'AVANCEMENT	30
3.3.1. <i>Lancement en fabrication</i>	30
3.3.2. <i>Difficultés rencontrées</i>	31
3.3.3. <i>Bilan et poursuites</i>	31
4. ELABORATION D'UN CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL	32
4.1. INTRODUCTION.....	32
4.2. ANALYSE FONCTIONNEL.....	32
4.2.1. <i>Description du besoin</i>	32
4.2.2. <i>Exigences fonctionnelles</i>	33
4.3. BILAN ET CONTINUTE DU PROJET	34
CONCLUSION	35
ANNEXE I – CALENDRIER 2020-2021	36
ANNEXE II – CALENDRIER 2022	37
ANNEXE III – TABLEAU COMPARATIF POUR SYSTEME OPTIQUE DU NOUVEAU BANC DE CONTROLE	38
ANNEXE IV – NOMENCLATURE	39
ANNEXE V – TESTS DE REMONTEE DE PRESSION	40
SITOGRAPHIE	41
INDEX	41
GLOSSAIRE	42
TABLE DES MATIERES	43

DIFFUSION

Destinataires :

CEA/DIF/DCRE

Copies :

CEA/DIF/DCRE/SCEF

CEA/DIF/DCRE/SCEF/Secrétariat-Technique

Chrono SCEF

Document diffusé en version électronique pdf